

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re application of: **Miwa KOZAWA, et al.**

Group Art Unit: **Not Yet Assigned**

Serial No.: **Not Yet Assigned**

Examiner: **Not Yet Assigned**

Filed: **July 30, 2003**

For: **RESIST PATTERN THICKENING MATERIAL, PROCESS FOR FORMING RESIST PATTERN, AND PROCESS FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE**

**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Date: July 30, 2003

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

**Japanese Appln. No. 2002-240082, filed August 21, 2002**

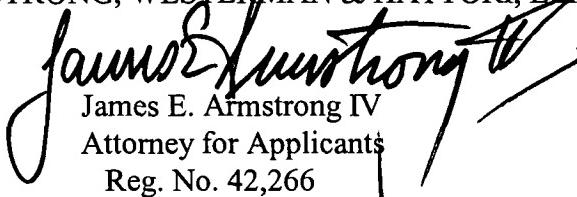
In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,

ARMSTRONG, WESTERMAN & HATTORI, LLP

  
James E. Armstrong IV  
Attorney for Applicants  
Reg. No. 42,266

JAM/jaz  
Atty. Docket No. **030923**  
Suite 1000  
1725 K Street, N.W.  
Washington, D.C. 20006  
(202) 659-2930



**23850**

PATENT TRADEMARK OFFICE

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 8月21日

出願番号

Application Number:

特願2002-240082

[ST.10/C]:

[JP2002-240082]

出願人

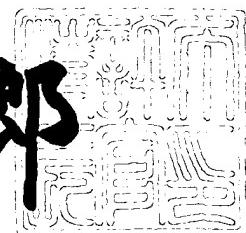
Applicant(s):

富士通株式会社

2003年 1月17日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2002-3107171

【書類名】 特許願

【整理番号】 0240122

【提出日】 平成14年 8月21日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/027  
H01L 21/306  
G03F 7/26

【発明の名称】 レジストパターン厚肉化材料、レジストパターンの製造方法、及び半導体装置の製造方法

【請求項の数】 10

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通  
株式会社内

【氏名】 小澤 美和

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通  
株式会社内

【氏名】 野崎 耕司

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通  
株式会社内

【氏名】 並木 崇久

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通  
株式会社内

【氏名】 今 純一

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100107515

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 廣田 浩一

【電話番号】 03-5304-1471

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 124292

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0115800

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レジストパターン厚肉化材料、レジストパターンの製造方法  
、及び半導体装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 樹脂と、架橋剤と、含窒素化合物とを含有することを特徴とするレジストパターン厚肉化材料。

【請求項2】 含窒素化合物が塩基性化合物である請求項1に記載のレジストパターン厚肉化材料。

【請求項3】 含窒素化合物が、アミン、アミド、イミド、4級アンモニウム及びこれらの誘導体から選択される請求項1又は2に記載のレジストパターン厚肉化材料。

【請求項4】 水溶性乃至アルカリ可溶性である請求項1から3のいずれかに記載のレジストパターン厚肉化材料。

【請求項5】 界面活性剤を含有する請求項1から4のいずれかに記載のレジストパターン厚肉化材料。

【請求項6】 樹脂が、ポリビニルアルコール、ポリビニルアセタール及びポリビニルアセテートから選択される少なくとも1種である請求項1から5のいずれかに記載のレジストパターン厚肉化材料。

【請求項7】 架橋剤が、メラミン誘導体、ユリア誘導体及びウリル誘導体から選択される少なくとも1種である請求項1から6のいずれかに記載のレジストパターン厚肉化材料。

【請求項8】 水溶性芳香族化合物を含有する請求項1から7のいずれかに記載のレジストパターン厚肉化材料。

【請求項9】 レジストパターンを形成後、該レジストパターンの表面を覆うように請求項1から8のいずれかに記載のレジストパターン厚肉化材料を塗布することを特徴とするレジストパターンの製造方法。

【請求項10】 下地層上にレジストパターンを形成後、該レジストパターンの表面を覆うように請求項1から8のいずれかに記載のレジストパターン厚肉化材料を塗布することにより該レジストパターンを厚肉化し厚肉化レジストパ

ーンを形成する厚肉化レジストパターン形成工程と、該厚肉化レジストパターンを用いてエッチングにより前記下地層をパターニングするパターニング工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、レジストパターン上に塗付されて該レジストパターンを厚肉化し、既存の露光装置の光源における露光限界を超えて微細なレジスト抜けパターンを形成可能なレジストパターン厚肉化材料、並びに、それを用いたレジストパターンの製造方法及び半導体装置の製造方法に関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

現在、半導体集積回路は高集積化が進み、LSIやVLSIが実用化されており、それに伴って配線パターンは0.2μm以下、最小パターンは0.1μm以下の領域に及んでいる。微細な配線パターンの形成には、薄膜を形成した被処理基板上をレジスト膜で被覆し、選択露光を行った後に現像してレジストパターンを作り、これをマスクとしてドライエッチングを行い、その後に該レジストパターンを除去することにより所望のパターンを得るリソグラフィ技術が非常に重要なである。

微細な配線パターンの形成には、露光装置における光源の短波長化と、その光源の特性に応じた高解像度を有するレジスト材料の開発との両方が必要とされる。しかしながら、前記露光装置における光源の短波長化のためには、莫大なコストを要する露光装置の更新が必要となる。一方、短波長の光源を用いた露光に対応するためのレジスト材料の開発も容易ではない。したがって、パターニング時に露光装置の光源として光を利用可能であり、均一かつ微細なレジスト抜けパターンを高精細に形成可能な技術は未だ提供されていないのが現状である。

##### 【0003】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、従来における問題を解決し、以下の目的を達成することを課題とす

る。即ち、本発明は、レジストパターンのパターニング時に既存の露光装置におけるArFエキシマレーザー光等の光源をそのまま使用可能であり量産性に優れ、レジストパターンの材料や大きさに対する依存性がなく、レジスト抜けパターンを前記光源の露光限界を超えて微細にかつ均一に、表面のラフネスを低減した状態で、安定に製造可能なレジストパターンの製造方法を提供することを目的とする。

また、本発明は、レジストパターンの材料や大きさに対する依存性がなく、レジストパターンに塗付すると該レジストパターンを効率良くかつ均一に、表面のラフネスを低減した状態で、安定に厚肉化することができ、既存の露光装置の光源における露光限界を超えて微細なレジスト抜けパターンを製造するのに好適なレジストパターン厚肉化材料を提供することを目的とする。

また、本発明は、微細にかつ均一に形成したレジスト抜けパターンを用いることにより、酸化膜等の下地層に微細パターンを形成することができ、微細な配線等を有する高性能な半導体装置を効率的に量産可能な半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

#### 【0004】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明のレジストパターン厚肉化材料は、樹脂と、架橋剤と、含窒素化合物とを含有することを特徴とする。該レジストパターン厚肉化材料がレジストパターン上に塗付されると、塗布された該レジストパターン厚肉化材料のうち、該レジストパターンとの界面付近にあるものが該レジストパターンに染み込んで該レジストパターンの材料と架橋する。このとき、前記レジストパターン厚肉化材料と前記レジストパターンとの親和性が良好であるため、該レジストパターンを内層としてその表面上に、該レジストパターン厚肉化材料と該レジストパターンとが一体化してなる表層が効率よく形成される（前記レジストパターンが前記レジストパターン厚肉化材料により効率よく厚肉化される）。こうして形成されたレジストパターン（以下「厚肉化レジストパターン」と称することがある）は、前記レジストパターン厚肉化材料により均一に厚肉化されている。このため、該厚肉化レジストパターンにより形成される抜けパターンは露光限界を超えてより微細

な構造を有する。なお、本発明のレジストパターン厚肉化材料は、前記含窒素化合物を含有しているので、レジストパターンの材料の種類や大きさ等に関係なく良好なかつ均一な厚肉化効果を示し、レジストパターンの材料や大きさに対する依存性が少ない。また、前記レジストパターン厚肉化材料の保存中に遊離酸が生じたとしても、該遊離酸を該含窒素化合物が中和するため、前記レジストパターン厚肉化材料は、常に一定のpHに維持され、保存安定性に極めて優れる。該レジストパターン厚肉化材料のpHが保存中に、あるいは温度条件等によって低下することがないため、厚肉化の際の温度条件や保存条件などに左右されず常に安定した厚肉化が可能で、プロセスマージンを確保することができ、塗布した該レジストパターン厚肉化材料が全面架橋してしまったりすることがなく、レジストパターン表面のラフネスを低減させることができる。

本発明のレジストパターンの製造方法は、レジストパターンを形成後、該レジストパターンの表面を覆うように本発明の前記レジストパターン厚肉化材料を塗布することを特徴とする。本発明のレジストパターンの製造方法においては、レジストパターンが形成された後、該レジストパターン上に前記レジストパターン厚肉化材料が塗付されると、塗布された該レジストパターン厚肉化材料のうち、該レジストパターンとの界面付近にあるものが該レジストパターンに染み込んで該レジストパターンの材料と架橋する。このため、該レジストパターンを内層としてその表面上に、該レジストパターン厚肉化材料と該レジストパターンとが一体化してなる表層が形成される。こうして形成された厚肉化レジストパターンは、前記レジストパターン厚肉化材料により均一に厚肉化されている。このため、該厚肉化レジストパターンにより形成されるレジスト抜けパターンは露光限界を超えてより微細な構造を有する。

本発明の半導体装置の製造方法は、下地層上にレジストパターンを形成後、該レジストパターンの表面を覆うように本発明の前記レジストパターン厚肉化材料を塗布することにより該レジストパターンを厚肉化し厚肉化レジストパターンを形成する厚肉化レジストパターン形成工程と、該厚肉化レジストパターンを用いてエッチングにより前記下地層をパターニングするパターニング工程とを含むことを特徴とする。本発明の半導体装置の製造方法においては、下地層上にレジス

トパターンが形成された後、該レジストパターン上に前記レジストパターン厚肉化材料が塗付される。すると、塗布された該レジストパターン厚肉化材料のうち、該レジストパターンとの界面付近にあるものが該レジストパターンに染み込んで該レジストパターンの材料と架橋する。このため、該レジストパターンを内層としてその表面上に、該レジストパターン厚肉化材料と該レジストパターンとが一体化してなる表層が形成される。こうして形成された厚肉化レジストパターンは、前記レジストパターン厚肉化材料により均一に厚肉化されている。このため、該厚肉化レジストパターンにより形成されるレジスト抜けパターンは露光限界を超えてより微細な構造を有する。そして、該パターンをマスクとしてエッチングにより前記下地層がパターニングされるので、極めて微細なパターンを有する高品質・高性能な半導体装置が効率良く製造される。

#### 【0005】

##### 【発明の実施の形態】

(レジストパターン厚肉化材料)

本発明のレジストパターン厚肉化材料は、樹脂と、架橋剤と、含窒素化合物とを含有してなり、更に必要に応じて適宜選択した、界面活性剤、水溶性芳香族化合物、芳香族化合物を一部に有してなる樹脂、有機溶剤、その他の成分などを含有してなる。

#### 【0006】

本発明のレジストパターン厚肉化材料は、水溶性乃至アルカリ可溶性である。

本発明のレジストパターン厚肉化材料の態様としては、水溶液状あるが、コロイド液状、エマルジョン液状などの態様であってもよいが、水溶液状であるのが好ましい。

#### 【0007】

##### —樹脂—

前記樹脂としては、特に制限はなく目的に応じて適宜選択することができるが、水溶性乃至アルカリ可溶性であるのが好ましく、架橋反応を生ずることが可能あるいは架橋反応を生じないが水溶性架橋剤と混合可能であるのがより好ましい。

## 【0008】

前記樹脂が水溶性樹脂である場合、該水溶性樹脂としては、25℃の水に対し0.1g以上溶解する水溶性を示すものが好ましい。

前記水溶性樹脂としては、例えば、ポリビニルアルコール、ポリビニルアセタール、ポリビニルアセテート、ポリアクリル酸、ポリビニルピロリドン、ポリエチレンイミン、ポリエチレンオキシド、スチレンーマレイン酸共重合体、ポリビニルアミン、ポリアリルアミン、オキサゾリン基含有水溶性樹脂、水溶性メラミン樹脂、水溶性尿素樹脂、アルキッド樹脂、スルホンアミド樹脂などが挙げられる。

## 【0009】

前記樹脂がアルカリ可溶性である場合、該アルカリ可溶性樹脂としては、25℃の2.38%テトラメチルアンモニウムハイドロオキサイド(TMAH)水溶液に対し、0.1g以上溶解するアルカリ可溶性を示すものが好ましい。

前記アルカリ可溶性樹脂としては、例えば、ノボラック樹脂、ビニルフェノール樹脂、ポリアクリル酸、ポリメタクリル酸、ポリp-ヒドロキシフェニルアクリラート、ポリp-ヒドロキシフェニルメタクリラート、これらの共重合体などが挙げられる。

## 【0010】

前記樹脂は、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。これらのの中でも、ポリビニルアルコール、ポリビニルアセタール、ポリビニルアセテートなどが好ましい。

## 【0011】

前記樹脂の前記レジストパターン厚肉化材料における含有量としては、前記架橋剤、前記含窒素化合物等の種類・含有量等により異なり一概に規定することができないが、目的に応じて適宜決定することができる。

## 【0012】

## -架橋剤-

前記架橋剤としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、熱又は酸によって架橋を生じる水溶性のものが好ましく、例えば、アミノ

系架橋剤が好適に挙げられる。

前記アミノ系架橋剤としては、例えば、メラミン誘導体、ユリア誘導体、ウリル誘導体などが好適に挙げられる。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

前記ユリア誘導体としては、例えば、尿素、アルコキシメチレン尿素、N-アルコキシメチレン尿素、エチレン尿素、エチレン尿素カルボン酸、これらの誘導体などが挙げられる。

前記メラミン誘導体としては、例えば、アルコキシメチルメラミン、これらの誘導体などが挙げられる。

前記ウリル誘導体としては、例えば、ベンゾグアナミン、グリコールウリル、これらの誘導体などが挙げられる。

#### 【0013】

前記架橋剤の前記レジストパターン厚肉化材料における含有量としては、前記樹脂、前記含窒素化合物の種類・含有量等により異なり一概に規定することができないが、目的に応じて適宜決定することができる。

#### 【0014】

##### －含窒素化合物－

前記含窒素化合物としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、有機物が好適に挙げられ、その中でも塩基性であるものが好ましい。

前記レジストパターン厚肉化材料が前記含窒素化合物を含有していると、レジストパターンの材料の種類に関係なく良好なかつ均一な厚肉化効果を示し、レジストパターンの材料に対する依存性が少なくなり、得られる厚肉化レジストパターンのエッジラフネスが改善される点で有利である。

#### 【0015】

前記含窒素化合物の具体例としては、アミン、アミド、イミド、4級アンモニウム塩、これらの誘導体などが好適に挙げられる。これらは、1種単独で使用しても良いし、2種以上を併用してもよい。

#### 【0016】

前記アミンとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、ヘキシリルアミン、ヘプチルアミン、オクチルアミン、ノニルアミン、デシルアミン、アニリン、2-, 3-又は4-メチルアニリン、4-ニトロアニリン、1-又は2-ナフチルアミン、エチレンジアミン、テトラメチレンジアミン、ヘキサメチレンジアミン、4, 4'-ジアミノ-1, 2-ジフェニルエタン、4, 4'-ジアミノ-3, 3'-ジメチルジフェニルメタン、4, 4'-ジアミノ-3, 3'-ジエチルジフェニルメタン、ジブチルアミン、ジペンチルアミン、ジヘキシリルアミン、ジヘプチルアミン、ジオクチルアミン、ジノニルアミン、ジデシルアミン、N-メチルアニリン、ピペリジン、ジフェニルアミン、トリエチルアミン、トリメチルアミン、トリプロピルアミン、トリブチルアミン、トリペンチルアミン、トリヘキシリルアミン、トリヘプチルアミン、トリオクチルアミン、トリノニルアミン、トリデシルアミン、メチルジブチルアミン、メチルジペンチルアミン、メチルジヘキシリルアミン、メチルジオクチルアミン、メチルジノニルアミン、メチルジデシルアミン、エチルジブチルアミン、エチルジペンチルアミン、エチルジヘキシリルアミン、エチルジヘプチルアミン、エチルジオクチルアミン、エチルジノニルアミン、エチルジデシルアミン、トリス[2-(2-メトキシエトキシ)エチル]アミン、トリイソプロパノールアミン、N, N-ジメチルアニリン、イミダゾール、ピリジン、4-メチルピリジン、4-メチルイミダゾール、ビピリジン、2, 2'-ジピリジルアミン、ジ-2-ピリジルケトン、1, 2-ジ(2-ピリジル)エタン、1, 2-ジ(4-ピリジル)エタン、1, 3-ジ(4-ピリジル)プロパン、1, 2-ジ(2-ピリジル)エチレン、1, 2-ジ(4-ピリジル)エチレン、1, 2-ビス(4-ピリジルオキシ)エタン、4, 4'-ジピリジルスルフィド、4, 4'-ジピリジルジスルフィド、2, 2'-ジピコリルアミン、3, 3'-ジピコリルアミン等の鎖状又は環状アミン、などが挙げられる。

## 【0017】

前記アミドとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、ペンタノ-4-ラクタム、5-メチル-2-ピロリジノン、 $\epsilon$ -

カプロラクタムなどが挙げられる。

前記イミドとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、フタルイミド、シクロヘキサー-3-エン-1、2-ジカルボキシミドなどが挙げられる。

前記4級アンモニウム塩としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、水酸化テトライソプロピルアンモニウム、水酸化テトラブチルアンモニウムなどが挙げられる。

#### 【0018】

前記含窒素化合物の前記レジストパターン厚肉化材料における含有量としては、前記樹脂、前記架橋剤等により異なり一概に規定することができないが、種類・含有量等に応じて適宜選択することができる。

#### 【0019】

##### -界面活性剤-

前記界面活性剤としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、非イオン性界面活性剤、カチオン性界面活性剤、アニオン性界面活性剤、両性界面活性剤などが挙げられる。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。これらの中でも、金属イオンを含有しない点で非イオン性界面活性剤が好ましい。

#### 【0020】

前記非イオン性界面活性剤としては、アルコキシレート系界面活性剤、脂肪酸エステル系界面活性剤、アミド系界面活性剤、アルコール系界面活性剤、及びエチレンジアミン系界面活性剤から選択されるものが好適に挙げられる。なお、これらの具体例としては、ポリオキシエチレン-ポリオキシプロピレン縮合物化合物、ポリオキシアルキレンアルキルエーテル化合物、ポリオキシエチレンアルキルエーテル化合物、ポリオキシエチレン誘導体化合物、ソルビタン脂肪酸エステル化合物、グリセリン脂肪酸エステル化合物、第1級アルコールエトキシレート化合物、フェノールエトキシレート化合物、ノニルフェノールエトキシレート系、オクチルフェノールエトキシレート系、ラウリルアルコールエトキシレート系、オレイルアルコールエトキシレート系、脂肪酸エステル系、アミド系、天然ア

ルコール系、エチレンジアミン系、第2級アルコールエトキシレート系などが挙げられる。

#### 【0021】

前記カチオン性界面活性剤としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、アルキルカチオン系界面活性剤、アミド型4級カチオン系界面活性剤、エステル型4級カチオン系界面活性剤などが挙げられる。

#### 【0022】

前記両性界面活性剤としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、アミンオキサイド系界面活性剤、ベタイン系界面活性剤などが挙げられる。

#### 【0023】

以上の界面活性剤の前記レジストパターン厚肉化材料における含有量としては、前記樹脂、前記架橋剤、前記含窒素化合物等の種類・含有量等に応じて異なり一概に規定することはできないが、目的に応じて適宜選択することができる。

#### 【0024】

##### －水溶性芳香族化合物－

前記レジストパターン厚肉化材料が水溶性芳香族化合物を含有していると、得られるレジストパターンのエッチング耐性を顕著に向上させることができる点で好ましい。

前記水溶性芳香族化合物としては、芳香族化合物であって水溶性を示すものであれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、25℃の水100gに対し1g以上溶解する水溶性を示すものが好ましく、25℃の水100gに対し3g以上溶解する水溶性を示すものがより好ましく、25℃の水100gに対し5g以上溶解する水溶性を示すものが特に好ましい。

#### 【0025】

前記水溶性芳香族化合物としては、例えば、ポリフェノール化合物、芳香族カルボン酸化合物、ナフタレン多価アルコール化合物、ベンゾフェノン化合物、フラボノイド化合物、ポルフィン、水溶性フェノキシ樹脂、芳香族含有水溶性色素、これらの誘導体、これらの配糖体、などが挙げられる。これらは、1種単独で

使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

【0026】

前記ポリフェノール化合物及びその誘導体としては、例えば、カテキン、アンシアニジン（ペラルゴジン型（4' -ヒドロキシ）、シアニジン型（3', 4' -ジヒドロキシ）、デルフィニジン型（3', 4', 5' -トリヒドロキシ））、フラバン-3, 4-ジオール、プロアントシアニジン、レゾルシン、レゾルシン〔4〕アレーン、ピロガロール、没食子酸、これらの誘導体又は配糖体などが挙げられる。

【0027】

前記芳香族カルボン酸化合物及びその誘導体としては、例えば、サリチル酸、フタル酸、ジヒドロキシ安息香酸、タンニン、これらの誘導体又は配糖体、などが挙げられる。

【0028】

前記ナフタレン多価アルコール化合物及びその誘導体としては、例えば、ナフタレンジオール、ナフタレントリオール、これらの誘導体又は配糖体などが挙げられる。

【0029】

前記ベンゾフェノン化合物及びその誘導体としては、例えば、アリザリンイエローA、これらの誘導体又は配糖体などが挙げられる。

【0030】

前記フラボノイド化合物及びその誘導体としては、例えば、フラボン、イソフラボン、フラバノール、フラボノン、フラボノール、フラバン-3-オール、オーロン、カルコン、ジヒドロカルコン、ケルセチン、これらの誘導体又は配糖体などが挙げられる。

【0031】

前記水溶性芳香族化合物の中でも、水溶性に優れる点で、極性基を2以上有するものが好ましく、3個以上有するものがより好ましく、4個以上有するものが特に好ましい。

前記極性基としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ

るが、例えば、水酸基、カルボキシル基、カルボニル基、スルホニル基などが挙げられる。

### 【0032】

前記水溶性芳香族化合物の前記レジストパターン厚肉化材料における含有量としては、前記樹脂、前記架橋剤、前記含窒素化合物等の種類・含有量等に応じて適宜決定することができる。

### 【0033】

—芳香族化合物を一部に有してなる樹脂—

前記レジストパターン厚肉化材料が芳香族化合物を一部に有してなる樹脂を含有していると、得られるレジストパターンのエッチング耐性を顕著に向上させることができるので好ましい。

前記芳香族化合物を一部に有してなる樹脂としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、架橋反応を生ずることができるのが好ましく、例えば、ポリビニルアリールアセタール樹脂、ポリビニルアリールエーテル樹脂、ポリビニルアリールエステル樹脂、これらの誘導体などが好適に挙げられ、これらの中から選択される少なくとも1種であるのが好ましく、適度な水溶性乃至アルカリ可溶性を示す点でアセチル基を有するものがより好ましい。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

### 【0034】

前記ポリビニルアリールアセタール樹脂としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、 $\beta$ -レゾルシンアセタール、などが挙げられる。

前記ポリビニルアリールエーテル樹脂としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、4-ヒドロキシベンジルエーテル、などが挙げられる。

前記ポリビニルアリールエステル樹脂としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、安息香酸エステル、などが挙げられる。

### 【0035】

前記ポリビニルアリールアセタール樹脂の製造方法としては、特に制限はなく

、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、公知のポリビニルアセタール反応を利用した製造方法などが好適に挙げられる。該製造方法は、例えば、酸触媒下、ポリビニルアルコールと、該ポリビニルアルコールと化学量論的に必要とされる量のアルデヒドとをアセタール化反応させる方法であり、具体的には、U.S.P. 5, 169, 897、同5, 262, 270、特開平5-78414号公報等に開示された方法が好適に挙げられる。

#### 【0036】

前記ポリビニルアリールエーテル樹脂の製造方法としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、対応するビニルアリールエーテルモノマーとビニルアセテートとの共重合反応、塩基性触媒の存在下、ポリビニルアルコールとハロゲン化アルキル基を有する芳香族化合物とのエーテル化反応（Williamsonのエーテル合成反応）などが挙げられ、具体的には、特開2001-40086号公報、特開2001-181383号、特開平6-116194号公報等に開示された方法などが好適に挙げられる。

#### 【0037】

前記ポリビニルアリールエステル樹脂の製造方法としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、対応するビニルアリールエステルモノマーとビニルアセテートとの共重合反応、塩基性触媒の存在下、ポリビニルアルコールと芳香族カルボン酸ハライド化合物とのエステル化反応などが挙げられる。

#### 【0038】

前記芳香族化合物を一部に有してなる樹脂における芳香族化合物としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、単環性芳香族のベンゼン誘導体、ピリジン誘導体等、芳香族環が複数個連結した化合物（ナフタレン、アントラセン等の多環性芳香族）、などが好適に挙げられる。

#### 【0039】

前記芳香族化合物を一部に有してなる樹脂における芳香族化合物は、例えば、水酸基、シアノ基、アルコキシル基、カルボキシル基、アミノ基、アミド基、アルコキカルボニル基、ヒドロキシアルキル基、スルホニル基、酸無水物基、ラ

クトン基、シアネート基、イソシアネート基、ケトン基等の官能基や糖誘導体を少なくとも1つ有するのが適當な水溶性の観点からは好適であり、水酸基、アミノ基、スルホニル基、カルボキシル基、及びこれらの誘導体による基から選択される官能基を少なくとも1つ有するのがより好ましい。

## 【0040】

前記芳香族化合物を一部に有してなる樹脂における芳香族化合物のモル含有率としては、エッティング耐性に影響がない限り特に制限はなく目的に応じて適宜選択することができるが、高いエッティング耐性を必要とする場合には5mo1%以上であるのが好ましく、10mo1%以上であるのがより好ましい。

なお、前記芳香族化合物を一部に有してなる樹脂における芳香族化合物のモル含有率は、例えば、NMR等を用いて測定することができる。

## 【0041】

前記芳香族化合物を一部に有してなる樹脂の前記レジストパターン厚肉化材料における含有量としては、前記樹脂、前記架橋剤、前記含窒素化合物等の種類・含有量等に応じて適宜決定することができる。

## 【0042】

## -有機溶剤-

前記有機溶剤は、前記レジストパターン厚肉化材料に含有させることにより、該レジストパターン厚肉化材料における、前記樹脂、前記架橋剤、前記含窒素化合物等の溶解性を向上させることができる。

## 【0043】

前記有機溶剤としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、アルコール系有機溶剤、鎖状エステル系有機溶剤、環状エステル系有機溶剤、ケトン系有機溶剤、鎖状エーテル系有機溶剤、環状エーテル系有機溶剤、などが挙げられる。

## 【0044】

前記アルコール系有機溶剤としては、例えば、メタノール、エタノール、プロピルアルコール、イソプロピルアルコール、ブチルアルコールなどが挙げられる。

前記鎖状エステル系有機溶剤としては、例えば、乳酸エチル、プロピレングリコールメチルエーテルアセテート（PGMEA）などが挙げられる。

前記環状エステル系有機溶剤としては、例えば、 $\gamma$ -ブチロラクトン等のラクトン系有機溶剤などが挙げられる。

前記ケトン系有機溶剤としては、例えば、アセトン、シクロヘキサン、ヘプタノン等のケトン系有機溶剤、などが挙げられる。

前記鎖状エーテル系有機溶剤としては、例えば、エチレングリコールジメチルエーテル、などが挙げられる。

前記環状エーテルとしては、例えば、テトラヒドロフラン、ジオキサン、などが挙げられる。

#### 【0045】

これらの有機溶剤は、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。これらの中でも、厚肉化を精細に行うことができる点で、80～200℃程度の沸点を有するものが好ましい。

#### 【0046】

前記有機溶剤の前記レジストパターン厚肉化材料における含有量としては、前記樹脂、前記架橋剤、前記含窒素化合物、前記界面活性剤等の種類・含有量等に応じて適宜決定することができる。

#### 【0047】

##### －その他の成分－

前記その他の成分としては、本発明の効果を害しない限り特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、公知の各種添加剤、例えば、熱酸発生剤、アミン系、アミド系、アンモニウム塩素等に代表されるクエンチャーなどが挙げられる。

前記その他の成分の前記レジストパターン厚肉化材料における含有量としては、前記樹脂、前記架橋剤、前記含窒素化合物等の種類・含有量等に応じて適宜決定することができる。

#### 【0048】

##### －使用等－

本発明のレジストパターン厚肉化材料は、前記レジストパターン上に塗布して使用することができる。

なお、前記塗布の際、前記界面活性剤については、前記レジストパターン厚肉化材料に含有させずに、該レジストパターン厚肉化材料を塗布する前に別途に塗布してもよい。

#### 【0049】

前記レジストパターン厚肉化材料を前記レジストパターン上に塗布し架橋させると、該レジストパターンが厚肉化され、該レジストパターン上に表層が形成され、厚肉化レジストパターンが形成される。

このとき、前記レジストパターン厚肉化材料中には前記含窒素化合物が含まれているので、前記レジストパターンの厚肉化の際の温度条件や前記レジストパターン厚肉化材料の保存条件などに左右されず安定に前記レジストパターンが厚肉化され、また、前記レジストパターンの材料によるパターンサイズの依存性がなく、厚肉化レジストパターンが均一な状態で、即ちエッジラフネスが改善された状態で得られる。

こうして得られた前記厚肉化レジストパターンにより形成されたレジスト抜けパターンの径乃至幅は、前記レジストパターンにより形成されていたレジスト抜けパターンの径乃至幅よりも小さくなる。前記レジストパターンのパターニング時に用いた露光装置の光源の露光限界を超えて、より微細なレジスト抜けパターンが形成される。例えば、前記レジストパターンのパターニング時にArFエキシマレーザー光を用いた場合、得られたレジストパターンに対し、本発明のレジストパターン厚肉化材料を用いて厚肉化を行って厚肉化レジストパターンを形成すると、該厚肉化レジストパターンにより形成されたレジスト抜けパターンは、電子線を用いてパターニングした時と同様の微細なレジスト抜けパターンが得られる。

なお、このとき、前記レジストパターンの厚肉化量は、前記レジストパターン厚肉化材料の粘度、塗布厚み、ベーク温度、ベーク時間等を適宜調節することにより、所望の範囲に制御することができる。

#### 【0050】

### レジストパターンの材料

前記レジストパターン（本発明のレジストパターン厚肉化材料が塗布されるレジストパターン）の材料としては、特に制限はなく、公知のレジスト材料の中から目的に応じて適宜選択することができ、ネガ型、ポジ型のいずれであってもよく、例えば、g線、i線、KrFエキシマレーザー、ArFエキシマレーザー、F2エキシマレーザー、電子線等でパターニング可能なg線レジスト、i線レジスト、KrFレジスト、ArFレジスト、F2レジスト、電子線レジスト等が好適に挙げられる。これらは、化学增幅型であってもよいし、非化学增幅型であってもよい。これらの中でも、KrFレジスト、ArFレジストなどが好ましく、ArFレジストがより好ましい。

前記レジストパターンの材料の具体例としては、ノボラック系レジスト、PHS系レジスト、アクリル系レジスト、シクロオレフィン-マレイン酸無水物系（COMA系）レジスト、シクロオレフィン系レジスト、ハイブリッド系（脂環族アクリル系-COMA系共重合体）レジストなどが挙げられる。これらは、フッ素修飾等されていてもよい。

#### 【0051】

前記レジストパターンの形成方法、大きさ、厚み等については、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、特に厚みについては、加工対象である下地、エッチング条件等により適宜決定することができるが、一般に0.2～200μm程度である。

#### 【0052】

本発明のレジストパターン厚肉化材料を用いた前記レジストパターンの厚肉化について以下に図面を参照しながら説明する。

図1（a）に示すように、下地層（基材）5上にレジストパターン3を形成した後、レジストパターン3の表面にレジストパターン厚肉化材料1を塗布し、ブリベーカ（加温・乾燥）をして塗膜を形成する。すると、図1（b）に示すように、レジストパターン3とレジストパターン厚肉化材料1との界面においてレジストパターン厚肉化材料1のレジストパターン3へのミキシング（含浸）が起こり、内層レジストパターン10b（レジストパターン3）とレジストパターン厚

肉化材料1との界面において前記ミキシング（含浸）した部分が架橋して表層10aが形成される。このとき、レジストパターン厚肉化材料1中には前記含窒素化合物が含まれているので、内層レジストパターン10b（レジストパターン3）の厚肉化の際の温度条件やレジストパターン厚肉化材料1の保存条件などに左右されず安定に内層レジストパターン10b（レジストパターン3）が厚肉化される。

この後、図1(c)に示すように、現像処理を行うことによって、塗布したレジストパターン厚肉化材料1の内、レジストパターン3と架橋していない部分乃至架橋が弱い部分（水溶性の高い部分）が溶解除去され、均一にかつエッジラフネスが改善された状態で厚肉化された厚肉化レジストパターン10が形成（現像）される。

なお、前記現像処理は、水現像であってもよいし、アルカリ現像液による現像であってもよい。

#### 【0053】

厚肉化レジストパターン10は、内層レジストパターン10b（レジストパターン3）の表面に、レジストパターン厚肉化材料1が架橋して形成された表層10aを有してなる。厚肉化レジストパターン10は、レジストパターン3に比べて表層10aの厚み分だけ厚肉化されているので、厚肉化レジストパターン10により形成されるレジスト抜けパターンの幅は、レジストパターン3により形成されるレジスト抜けパターンの幅よりも小さい。このため、レジストパターン3を形成する時の露光装置における光源の露光限界を超えてレジスト抜けパターンを微細に形成することができ、厚肉化レジストパターン10により形成されるレジスト抜けパターンは、レジストパターン3bにより形成されるレジスト抜けパターンよりも微細である。

#### 【0054】

厚肉化レジストパターン10における表層10aは、レジストパターン厚肉化材料1により形成される。レジストパターン厚肉化材料1が前記芳香族化合物及び前記芳香族化合物を一部に含有する樹脂の少なくとも一方を含有する場合には、レジストパターン3（内層レジストパターン10b）がエッチング耐性に劣る

材料であっても、得られる厚肉化レジストパターン10はその表面に前記芳香族化合物及び前記芳香族化合物を一部に含有する樹脂の少なくとも一方を含有する表層10aを有するのでエッチング耐性に顯著に優れる。

### 【0055】

#### －用途－

本発明のレジストパターン厚肉化材料は、レジストパターンを厚肉化し、露光限界を超えてレジスト抜けパターンを微細化するのに好適に使用することができる。また、本発明のレジストパターン厚肉化材料は、本発明の半導体装置の製造方法に特に好適に使用することができる。

また、本発明のレジストパターン厚肉化材料が前記芳香族化合物及び前記芳香族化合物を一部に含有する樹脂の少なくとも一方を含有する場合には、プラズマ等に晒され、表面のエッチング耐性を向上させる必要がある樹脂等により形成されたパターンの被覆化乃至厚肉化に好適に使用することができ、該パターンの材料として前記芳香族化合物及び前記芳香族化合物を一部に有してなる樹脂の少なくとも一方を使用することができない場合により好適に使用することができる。

### 【0056】

#### (レジストパターンの製造方法)

本発明のレジストパターンの製造方法においては、レジストパターンを形成後、該レジストパターンの表面を覆うように本発明の前記レジストパターン厚肉化材料を塗布する。

### 【0057】

前記レジストパターンの材料としては、本発明の前記レジストパターン厚肉化材料において上述したものが好適に挙げられる。

前記レジストパターンは、公知の方法に従って形成することができる。

前記レジストパターンは、下地（基材）上に形成することができ、該下地（基材）としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、該レジストパターンが半導体装置に形成される場合には、該下地（基材）は、通常シリコンウエハ等の基板、各種酸化膜等である。

### 【0058】

前記レジストパターン厚肉化材料の塗布の方法としては、特に制限はなく、目的に応じて公知の塗布方法の中から適宜選択することができ、例えば、スピンドル法などが好適に挙げられる。該スピンドル法の場合、その条件としては例えば、回転数が100～10000 rpm程度であり、800～5000 rpmが好ましく、時間が1秒～10分程度であり、1秒～90秒が好ましい。

前記塗布の際の塗布厚みとしては、通常、100～10000 Å程度であり、2000～5000 Å程度が好ましい。

なお、前記塗布の際、前記界面活性剤については、前記レジストパターン厚肉化材料に含有させずに、該レジストパターン厚肉化材料を塗布する前に別途に塗布してもよい。

#### 【0059】

前記塗布の際乃至その後で、塗布した前記レジストパターン厚肉化材料をプリベーク（加温・乾燥）するのが、該レジストパターンと前記レジストパターン厚肉化材料との界面において該レジストパターン厚肉化材料の該レジストパターンへのミキシング（含浸）を効率良く生じさせることができる等の点で好ましい。

なお、前記プリベーク（加温・乾燥）の条件、方法等にとしては、レジストパターンを軟化させない限り特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、温度が40～120℃程度であり、70～100℃が好ましく、時間が10秒～5分程度であり、40秒～100秒が好ましい。

#### 【0060】

また、前記プリベーク（加温・乾燥）の後で、塗布した前記レジストパターン厚肉化材料を架橋ベーク（架橋反応）を行うのが、前記レジストパターンとレジストパターン厚肉化材料との界面において前記ミキシング（含浸）した部分の架橋反応を効率的に進行させることができる等の点で好ましい。

なお、前記架橋ベーク（架橋反応）の条件、方法等にとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、前記プリベーク（加温・乾燥）よりも通常高い温度条件が採用される。前記架橋ベーク（架橋反応）の条件としては、例えば、温度が70～150℃程度であり、90～130℃が好ましく、時間が10秒～5分程度であり、40秒～100秒が好ましい。

## 【0061】

更に、前記架橋マーク（架橋反応）の後で、塗布した前記レジストパターン厚肉化材料に対し、現像処理を行うのが好ましい。この場合、塗布したレジストパターン厚肉化材料の内、前記レジストパターンと架橋していない部分乃至架橋が弱い部分（水溶性の高い部分）を溶解除去し、厚肉化レジストパターンを現像する（得る）ことができる点で好ましい。

なお、前記現像処理については、上述した通りである。

## 【0062】

ここで、本発明のレジストパターンの製造方法について以下に図面を参照しながら説明する。

図2（a）に示すように、下地層（基材）5上にレジスト材3aを塗布した後、図2（b）に示すように、これをパターニングしてレジストパターン3を形成した後、図2（c）に示すように、レジストパターン3の表面にレジストパターン厚肉化材料1を塗布し、プリマーク（加温・乾燥）をして塗膜を形成する。すると、レジストパターン3とレジストパターン厚肉化材料1との界面においてレジストパターン厚肉化材料1のレジストパターン3へのミキシング（含浸）が起こり、図2（d）に示すように、レジストパターン3とレジストパターン厚肉化材料1との界面において前記ミキシング（含浸）した部分が架橋する。この後、図2（e）に示すように、現像処理を行うと、塗布したレジストパターン厚肉化材料1の内、レジストパターン3と架橋していない部分乃至架橋が弱い部分（水溶性の高い部分）が溶解除去され、内層レジストパターン10b（レジストパターン3）上に表層10aを有してなる厚肉化レジストパターン10が形成（現像）される。

なお、前記現像処理は、水現像であってもよいし、弱アルカリ水溶液による現像であってもよいが、低成本で効率的に現像処理を行うことができる点で水現像が好ましい。

## 【0063】

厚肉化レジストパターン10は、内層レジストパターン10b（レジストパターン3）の表面に、レジストパターン厚肉化材料1が架橋して形成された表層1

0aを有してなる。レジストパターン10は、レジストパターン3（内層レジストパターン10b）に比べて表層10aの厚み分だけ厚肉化されているので、厚肉化レジストパターン10により形成されるレジスト抜けパターンの幅は、レジストパターン3（内層レジストパターン10b）により形成されるレジスト抜けパターンの幅よりも小さく、厚肉化レジストパターン10により形成されるレジスト抜けパターンは微細である。

#### 【0064】

厚肉化レジストパターン10における表層10aは、レジストパターン厚肉化材料1により形成され、レジストパターン厚肉化材料1が前記芳香族化合物及び前記芳香族化合物を一部に含有する樹脂の少なくとも一方を含有する場合には、エッティング耐性に顕著に優れる。この場合、レジストパターン3（内層レジストパターン10b）がエッティング耐性に劣る材料であっても、その表面にエッティング耐性に優れる表層10aを有する厚肉化レジストパターン10を形成することができる。

#### 【0065】

本発明のレジストパターンの製造方法により製造されたレジストパターンは、前記レジストパターンの表面に本発明の前記レジストパターン厚肉化材料が架橋して形成された表層を有してなる。該レジストパターン厚肉化材料が前記芳香族化合物及び前記芳香族化合物を一部に含有する樹脂の少なくとも一方を含有すると、前記レジストパターンがエッティング耐性に劣る材料であったとしても、該レジストパターンの表面にエッティング耐性に優れる表層を有するレジストパターンを効率的に製造することができる。また、本発明のレジストパターンの製造方法により製造された厚肉化レジストパターンは、前記レジストパターンに比べて前記表層の厚み分だけ厚肉化されているので、製造された厚肉化レジストパターン10により形成されるレジスト抜けパターンの幅は、前記レジストパターンにより形成されるレジスト抜けパターンの幅よりも小さいため、本発明のレジストパターンの製造方法によれば、微細なレジスト抜けパターンを効率的に製造することができる。

#### 【0066】

本発明のレジストパターン厚肉化材料により製造された厚肉化レジストパターンは、レジストパターン上に、前記本発明のレジストパターン厚肉化材料により形成された表層を有してなる。

前記厚肉化レジストパターンは、エッチング耐性に優れていることが好ましく、前記レジストパターンに比しエッチング速度（Å/s）が同等以上であるのが好ましい。具体的には、同条件下で測定した場合における、前記表層のエッチング速度（Å/s）と前記レジストパターンのエッチング速度（Å/s）との比（レジストパターン／表層）が、1.1以上であるのが好ましく、1.2以上であるのがより好ましく、1.3以上であるのが特に好ましい。

なお、前記エッチング速度（Å/s）は、例えば、公知のエッチング装置を用いて所定時間エッチング処理を行い試料の減膜量を測定し、単位時間当たりの減膜量を算出することにより測定することができる。

#### 【0067】

前記表層は、本発明の前記レジストパターン厚肉化材料を用いて好適に形成することができ、エッチング耐性の向上の観点からは前記芳香族化合物及び前記芳香族化合物を一部に有してなる樹脂の少なくとも一方を含有してなるのが好ましい。

前記表層が前記芳香族化合物及び前記芳香族化合物を一部に含有する樹脂の少なくとも一方を含有しているか否かについては、例えば、該表層につきIR吸収スペクトルを分析すること等により確認することができる。

#### 【0068】

前記厚肉化レジストパターンは、前記芳香族化合物及び前記芳香族化合物を一部に有してなる樹脂の少なくとも一方を含有していてもよい。この場合、前記芳香族化合物及び前記芳香族化合物を一部に有してなる樹脂の少なくとも一方の含有量が前記表層から内部に向かって漸次減少するように設計してもよい。

#### 【0069】

前記厚肉化レジストパターンにおいては、前記レジストパターンと前記表層との境界が明瞭な構造であってもよいし、不明瞭な構造であってもよい。

本発明のレジストパターンの製造方法により製造された厚肉化レジストパター

ンは、例えば、マスクパターン、レチクルパターン、磁気ヘッド、LCD（液晶ディスプレイ）、PDP（プラズマディスプレイパネル）、SAWフィルタ（弹性表面波フィルタ）等の機能部品、光配線の接続に利用される光部品、マイクロアクチュエータ等の微細部品、半導体装置の製造に好適に使用することができ、後述する本発明の半導体装置の製造方法に好適に使用することができる。

## 【0070】

## (半導体装置の製造方法)

本発明の半導体装置の製造方法は、厚肉化レジストパターン形成工程と、パターニング工程とを含み、更に必要に応じて適宜選択したその他の工程とを含む。

## 【0071】

前記厚肉化レジストパターン形成工程は、下地層上にレジストパターンを形成後、該レジストパターンの表面を覆うように本発明の前記レジストパターン厚肉化材料を塗布することにより該レジストパターンを厚肉化し厚肉化レジストパターンを形成する工程である。該厚肉化レジストパターン形成工程における詳細は、本発明の前記レジストパターンの製造方法と同様である。

なお、前記下地層としては、半導体装置における各種部材の表面層が挙げられるが、シリコンウェハ等の基板乃至その表面層、各種酸化膜などが好適に挙げられる。前記レジストパターンは上述した通りである。前記塗布の方法は上述した通りである。また、該塗布の後では、上述のプリベーク、架橋ベーク等を行うのが好ましい。

## 【0072】

前記パターニング工程は、前記厚肉化レジストパターン形成工程により形成した厚肉化レジストパターンを用いて（マスクパターン等として用いて）エッチングを行うことにより前記下地層をパターニングする工程である。

前記エッチングの方法としては、特に制限はなく、公知の方法の中から目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、ドライエッチングが好適に挙げられる。該エッチングの条件としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。

## 【0073】

前記その他の工程としては、例えば、界面活性剤塗布工程、現像処理工程などが好適に挙げられる。

#### 【0074】

前記界面活性剤塗布工程は、前記厚肉化レジストパターン形成工程の前に、前記レジストパターンの表面に前記界面活性剤を塗布する工程である。

前記界面活性剤としては、特に制限はなく目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、上述したものが好適に挙げられ、ポリオキシエチレン-ポリオキシプロピレン縮合物化合物、ポリオキシアルキレンアルキルエーテル化合物、ポリオキシエチレンアルキルエーテル化合物、ポリオキシエチレン誘導体化合物、ソルビタン脂肪酸エステル化合物、グリセリン脂肪酸エステル化合物、第1級アルコールエトキシレート化合物、フェノールエトキシレート化合物、ノニルフェノールエトキシレート系、オクチルフェノールエトキシレート系、ラウリルアルコールエトキシレート系、オレイルアルコールエトキシレート系、脂肪酸エステル系、アミド系、天然アルコール系、エチレンジアミン系、第2級アルコールエトキシレート系、アルキルカチオン系、アミド型4級カチオン系、エステル型4級カチオン系、アミンオキサイド系、ベタイン系などが挙げられる。

#### 【0075】

前記現像処理工程は、前記厚肉化レジストパターン形成工程の後であって前記パターニング工程の前に、塗布したレジストパターン厚肉化材料の現像処理を行う工程である。なお、前記現像処理は、上述した通りである。

#### 【0076】

本発明の半導体装置の製造方法によると、例えば、フラッシュメモリ、DRA M、F R A M、等を初めとする各種半導体装置を効率的に製造することができる。

#### 【0077】

##### 【実施例】

以下、本発明の実施例を具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に何ら限定されるものではない。

#### 【0078】

(実施例1)

-レジストパターン厚肉化材料の調製-

表1に示す組成を有する本発明のレジストパターン厚肉化材料A～Fを調製した。なお、表1において、カッコ内の数値の単位は、質量部を表す。「樹脂」の欄における、「KW-3」は、ポリビニルアセタール樹脂（積水化学社製）を表す。「架橋剤」の欄における、「ウリル」は、テトラメトキシメチルグリコールウリルを表し、「ユリア」は、N、N'—ジメトキシメチルジメトキシエチレンユリアを表す。「界面活性剤」の欄における、「TN-80」は、非イオン性界面活性剤（旭電化社製、ポリオキシエチレンモノアルキルエーテル系界面活性剤）を表す。また、前記樹脂、前記架橋剤及び前記含窒素化合物を除いた主溶剤成分として、純水（脱イオン水）とイソプロピルアルコールとの混合液（質量比が純水（脱イオン水）：イソプロピルアルコール=82.6:0.4）を使用した。

【0079】

【表1】

厚肉化材料	樹脂	架橋剤	含窒素化合物	界面活性剤	有機溶剤/水溶性芳香族化合物
A	KW-3(16)	ウリル(1.16)	水酸化テトラブチルアンモニウム(5)	TN-80 (0.25)	無し
B	KW-3(16)	ユリア(1.16)	水酸化テトラブチルアンモニウム(5)	TN-80 (0.25)	無し
C	KW-3(16)	ウリル(1.16)	1, 2-ジ(2-ピリジル)エタン(5)	TN-80 (0.25)	無し
D	KW-3(16)	ウリル(1.16)	1, 2-ジ(2-ピリジル)エタン(5)	無し	$\gamma$ -ブチロラクトン(15)
E	KW-3(16)	ウリル(1.16)	ジ-2-ピリジルケトン(5)	TN-80 (0.25)	カテキン(5)
F	KW-3(16)	ウリル(1.16)	無し	TN-80 (0.25)	無し

## 【0080】

## -レジストパターンの製造-

以上により調製した本発明のレジストパターン厚肉化材料A～Fを、前記A～Fレジスト（住友化学（株）製、PAR700）により形成したホールパターン（直径200nm）上に、スピンドルコート法により、初めに1000rpm/5sの条件で、次に3500rpm/40sの条件で塗布した後、85℃/70sの条件で前記プリベークを行い、更に110℃/70sの条件で前記架橋ベークを行った後、純水でレジストパターン厚肉化材料A～Fを60秒間リノスし、未架橋部を除去し、レジストパターン厚肉化材料A～Fにより厚肉化したレジストパターンを現像させることにより、厚肉化レジストパターンを製造した。

## 【0081】

製造した厚肉化レジストパターンにより形成されたレジスト抜けパターンのサイズについて、初期パターンサイズ（厚肉化前のレジストパターンにより形成されたレジスト抜けパターンのサイズ）と共に表2に示した。なお、表2において、「A」～「F」は、前記レジストパターン厚肉化材料A～Fに対応する。

## 【0082】

【表2】

厚肉化材料	初期パターンサイズ(nm)	厚肉化レジストパターンにより形成されたレジスト抜けパターンのサイズ(nm)
A	201.5	186.2
B	202.4	183.2
C	200.4	180.0
D	201.3	179.5
E	199.8	181.7
F	203.0	179.5

## 【0083】

以上により調製した本発明のレジストパターン厚肉化材料A～Fを、前記A～Fレジスト（住友化学（株）製、PAR700）により形成したライン&スペースパターン（ラインサイズ：1.0 μm、スペースサイズ：0.15 μm）上に、スピンドル法により、初めに1000 rpm/5 sの条件で、次に3500 rpm/40 sの条件で塗布した後、85°C/70 sの条件で前記プリベークを行い、更に110°C/70 sの条件で前記架橋ペークを行った後、純水でレジストパターン厚肉化材料A～Fにより厚肉化したレジストパターンを現像させることにより、厚肉化レジストパターンを製造した。

## 【0084】

製造した厚肉化レジストパターンにより形成されたレジスト抜けパターンのサイズについて、初期パターンサイズ（厚肉化前のレジストパターンにより形成さ

れたレジスト抜けパターンのサイズ)と共に表3に示した。なお、表3において、「A」～「F」は、前記レジストパターン厚肉化材料A～Fに対応する。

## 【0085】

【表3】

厚肉化材料	初期パターン サイズ(nm)	厚肉化レジストパターンにより形成され たレジスト抜けパターンのサイズ(nm)
A	148.2	135.0
B	150.3	134.8
C	149.8	130.5
D	148.6	129.2
E	152.0	135.3
F	149.3	測定不能

## 【0086】

本発明のレジストパターン厚肉化材料によると、ホールパターン、ライン&スペースパターンのいずれに対しても、適用可能であり、また、レジストパターンの材料依存性がなく、均一にかつエッジラフネスが改善された状態で厚肉化可能であることが判った。本発明のレジストパターン厚肉化材料を、ホールパターンの形成に用いると、該ホールパターン内径を狭く微細にすることができ、また、ライン&スペースパターンの形成に用いると、該ライン&スペースパターンにおけるスペース幅（ラインパターン相互の間隔）を小さく微細にすることができ、また、孤立パターンの形成に用いると、該孤立パターンの面積を大きくすることができますることが判った。

## 【0087】

次に、シリコン基板上に形成したレジストの表面に、本発明のレジストパターン厚肉化材料C、D、Fを塗布して厚みが0.5 μmである表層を形成した。これらの表層と、比較のための前記K r Fレジスト（シブレイ社製、UV-6）と、比較のためのポリメチルメタクリレート（PMMA）とに対し、エッチング装置（

平行平板型RIE装置、富士通（株）製）を用いて、 $P\mu = 200W$ 、圧力=0.02 Torr、 $CF_4$ ガス=100 sccmの条件下で3分間エッティングを行い、サンプルの減膜量を測定し、エッティングレートを算出し、前記KrFレジストのエッティングレートを基準として相対評価を行った。

## 【0088】

【表4】

材料	エッティングレート(Å/s)	レート比
UV-6	627	1.00
PMMA	770	1.23
C	658	1.05
D	610	1.03
F	640	1.02

## 【0089】

表4に示す結果から、本発明のレジストパターン厚肉化材料では、前記含窒素化合物を含有するため、前記KrFレジストに近く、前記PMMAより顕著に優れたエッティング耐性を有することが判る。

## 【0090】

## (実施例2)

図3（a）に示すように、シリコン基板11上に層間絶縁膜12を形成し、図3（b）に示すように、層間絶縁膜12上にスパッタリング法によりチタン膜13を形成した。次に、図3（c）に示すように、公知のフォトリソグラフィー技術によりレジストパターン14を形成し、これをマスクとして用い、反応性イオンエッティングによりチタン膜13をパターニングして開口部15aを形成した。引き続き、図3（d）に示すように、反応性イオンエッティングによりレジストパターン14を除去するととともに、チタン膜13をマスクにして層間絶縁膜12

に開口部15bを形成した。

#### 【0091】

次に、チタン膜13をウェット処理により除去し、図4(a)に示すように層間絶縁膜12上にTiN膜16をスパッタリング法により形成し、続いて、TiN膜16上にCu膜17を電解めっき法で成膜した。次いで、図4(b)に示すように、CMPにて開口部15b(図3(d))に相当する溝部のみにバリアメタルとCu膜(第一の金属膜)を残して平坦化し、第一層の配線17aを形成した。

次いで、図4(c)に示すように、第一層の配線17aの上に層間絶縁膜18を形成した後、図3(b)～(d)と図4(a)及び(b)と同様にして、図4(d)に示すように、第一層の配線17aを、後に形成する上層配線と接続するCuプラグ(第二の金属膜)19及びTiN膜17aを形成した。

#### 【0092】

上述の各工程を繰り返すことにより、図5に示すように、シリコン基板11上に第一層の配線17a、第二層の配線20、及び第三層の配線21を含む多層配線構造を備えた半導体装置を製造した。なお、図5においては、各層の配線の下層に形成したバリアメタル層は、図示を省略した。

この実施例2では、レジストパターン14が、本発明のレジストパターン厚肉化材料を用いて、実施例1における場合と同様にして製造した厚肉化レジストパターンである。

#### 【0093】

(実施例3)

—フラッシュメモリ及びその製造—

実施例3は、本発明のレジストパターン厚肉化材料を用いた本発明の半導体装置及びその製造方法の一例である。なお、この実施例3では、以下のレジスト膜26、27、29、32及び34が、本発明のレジストパターン厚肉化材料を用いて実施例1及び2におけるのと同様の方法により厚肉化されたものである。

#### 【0094】

図6における(a)及び(b)は、FLOTAX型又はETOX型と呼ばれる

F L O T O X型又はE T O X型と呼ばれるF L A S H E P R O Mの上面図（平面図）であり、図7における（a）～（c）、図8における（d）～（f）、図9（g）～（i）は、該F L A S H E P R O Mの製造方法に関する一例を説明するための断面概略図であり、図7～図9における、左図はメモリセル部（第1素子領域）であって、フローティングゲート電極を有するM O Sトランジスタの形成される部分のゲート幅方向（図6におけるX方向）の断面（A方向断面）概略図であり、中央図は前記左図と同部分のメモリセル部であって、前記X方向と直交するゲート長方向（図6におけるY方向）の断面（B方向断面）概略図であり、右図は周辺回路部（第2素子領域）のM O Sトランジスタの形成される部分の断面（図6におけるA方向断面）概略図である。

#### 【0095】

まず、図7（a）に示すように、p型のS i基板2 2上の素子分離領域に選択的にS iO<sub>2</sub>膜によるフィールド酸化膜2 3を形成した。その後、メモリセル部（第1素子領域）のM O Sトランジスタにおける第1ゲート絶縁膜2 4 aを厚みが1 0 0～3 0 0 Åとなるように熱酸化にてS iO<sub>2</sub>膜により形成し、また別の工程で、周辺回路部（第2素子領域）のM O Sトランジスタにおける第2ゲート絶縁膜2 4 bを厚みが1 0 0～5 0 0 Åとなるように熱酸化にてS iO<sub>2</sub>膜により形成した。なお、第1ゲート絶縁膜2 4 a及び第2ゲート絶縁膜2 4 bを同一厚みにする場合には、同一の工程で同時に酸化膜を形成してもよい。

#### 【0096】

次に、前記メモリセル部（図7（a）の左図及び中央図）にn型ディプレションタイプのチャネルを有するM O Sトランジスタを形成するため、閾値電圧を制御する目的で前記周辺回路部（図7（a）の右図）をレジスト膜2 6によりマスクした。そして、フローティングゲート電極直下のチャネル領域となる領域に、n型不純物としてドーズ量 $1 \times 10^{11} \sim 1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ のリン（P）又は砒素（A s）をイオン注入法により導入し、第1閾値制御層2 5 aを形成した。なお、このときのドーズ量及び不純物の導電型は、ディプレッションタイプにするかアキュミレーションタイプにするかにより適宜選択することができる。

#### 【0097】

次に、前記周辺回路部（図7（b）の右図）にn型ディプレションタイプのチャネルを有するMOSトランジスタを形成するため、閾値電圧を制御する目的でメモリセル部（図7（b）の左図及び中央図）をレジスト膜27によりマスクした。そして、ゲート電極直下のチャネル領域となる領域に、n型不純物としてドーズ量 $1 \times 10^{11} \sim 1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ のリン（P）又は砒素（As）をイオン注入法により導入し、第2閾値制御層25bを形成した。

#### 【0098】

次に、前記メモリセル部（図7（c）の左図及び中央図）のMOSトランジスタのフローティングゲート電極、及び前記周辺回路部（図7（c）の右図）のMOSトランジスタのゲート電極として、厚みが500～2000Åである第1ポリシリコン膜（第1導電体膜）28を全面に形成した。

#### 【0099】

その後、図8（d）に示すように、マスクとして形成したレジスト膜29により第1ポリシリコン膜28をパターニングして前記メモリセル部（図8（d）の左図及び中央図）のMOSトランジスタにおけるフローティングゲート電極28aを形成した。このとき、図8（d）に示すように、X方向は最終的な寸法幅になるようにパターニングし、Y方向はパターニングせずS/D領域層となる領域はレジスト膜29により被覆されたままにした。

#### 【0100】

次に、（図8（e）の左図及び中央図）に示すように、レジスト膜29を除去した後、フローティングゲート電極28aを被覆するようにして、SiO<sub>2</sub>膜からなるキャパシタ絶縁膜30aを厚みが約200～500Åとなるように熱酸化にて形成した。このとき、前記周辺回路部（図8（e）の右図）の第1ポリシリコン膜28上にもSiO<sub>2</sub>膜からなるキャパシタ絶縁膜30bが形成される。なお、ここでは、キャパシタ絶縁膜30a及び30bはSiO<sub>2</sub>膜のみで形成されているが、SiO<sub>2</sub>膜及びSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜が2～3積層された複合膜で形成されてもよい。

#### 【0101】

次に、図8（e）に示すように、フローティングゲート電極28a及びキャパ

シタ絶縁膜30aを被覆するようにして、コントロールゲート電極となる第2ポリシリコン膜（第2導電体膜）31を厚みが500～2000Åとなるように形成した。

#### 【0102】

次に、図5（f）に示すように、前記メモリセル部（図8（f）の左図及び中央図）をレジスト膜32によりマスクし、前記周辺回路部（図8（f）の右図）の第2ポリシリコン膜31及びキャパシタ絶縁膜30bを順次、エッティングにより除去し、第1ポリシリコン膜28を表出させた。

#### 【0103】

次に、図9（g）に示すように、前記メモリセル部（図9（g）の左図及び中央図）の第2ポリシリコン膜31、キャパシタ絶縁膜30a及びX方向だけパターニングされている第1ポリシリコン膜28aに対し、レジスト膜32をマスクとして、第1ゲート部33aの最終的な寸法となるようにY方向のパターニングを行い、Y方向に幅約 $1\mu m$ のコントロールゲート電極31a／キャパシタ絶縁膜30c／フローティングゲート電極28cによる積層を形成すると共に、前記周辺回路部（図9（g）の右図）の第1ポリシリコン膜28に対し、レジスト膜32をマスクとして、第2ゲート部33bの最終的な寸法となるようにパターニングを行い、幅約 $1\mu m$ のゲート電極28bを形成した。

#### 【0104】

次に、前記メモリセル部（図9（h）の左図及び中央図）のコントロールゲート電極31a／キャパシタ絶縁膜30c／フローティングゲート電極28cによる積層をマスクとして、素子形成領域のSi基板22にドーズ量 $1\times 10^{14}\sim 1\times 10^{16}cm^{-2}$ のリン（P）又は砒素（As）をイオン注入法により導入し、n型のS/D領域層35a及び35bを形成すると共に、前記周辺回路部（図8（h）の右図）のゲート電極28bをマスクとして、素子形成領域のSi基板22にn型不純物としてドーズ量 $1\times 10^{14}\sim 1\times 10^{16}cm^{-2}$ のリン（P）又は砒素（As）をイオン注入法により導入し、S/D領域層36a及び36bを形成した。

#### 【0105】

次に、前記メモリセル部（図9（i）の左図及び中央図）の第1ゲート部33a及び前記周辺回路部（図9（i）の右図）の第2ゲート部33bを、PSG膜による層間絶縁膜37を厚みが約5000Åとなるようにして被覆形成した。

その後、S/D領域層35a及び35b並びにS/D領域層36a及び36b上に形成した層間絶縁膜37に、コンタクトホール38a及び38b並びにコンタクトホール39a及び39bを形成した後、S/D電極40a及び40b並びにS/D電極41a及び41bを形成した。

以上により、図9（i）に示すように、半導体装置としてFLASH EPR OMを製造した。

#### 【0106】

このFLASH EPR OMにおいては、前記周辺回路部（図7（a）～図9（f）における右図）の第2ゲート絶縁膜24bが形成後から終始、第1ポリシリコン膜28又はゲート電極28bにより被覆されている（図8（c）～図9（f）における右図）ので、第2ゲート絶縁膜24bは最初に形成された時の厚みを保持したままである。このため、第2ゲート絶縁膜24bの厚みの制御を容易に行うことができると共に、閾値電圧の制御のための導電型不純物濃度の調整も容易に行うことができる。

なお、上記実施例では、第1ゲート部33aを形成するのに、まずゲート幅方向（図6におけるX方向）に所定幅でパターニングした後、ゲート長方向（図6におけるY方向）にパターニングして最終的な所定幅としているが、逆に、ゲート長方向（図6におけるY方向）に所定幅でパターニングした後、ゲート幅方向（図6におけるX方向）にパターニングして最終的な所定幅としてもよい。

#### 【0107】

図10（a）～（c）に示すFLASH EPR OMの製造例は、上記実施例において図8（f）で示した工程の後が図10（a）～（c）に示すように変更した以外は上記実施例と同様である。即ち、図10（a）に示すように、前記メモリセル部（図10（a）における左図及び中央図）の第2ポリシリコン膜31及び前記周辺回路部（図10（a）の右図）の第1ポリシリコン膜28上に、タンゲステン（W）膜又はチタン（Ti）膜からなる高融点金属膜（第4導電体膜

) 42を厚みが約2000Åとなるようにして形成しポリサイド膜を設けた点でのみ上記実施例と異なる。図10(a)の後の工程、即ち図10(b)～(c)に示す工程は、図9(g)～(i)と同様に行った。図9(g)～(i)と同様の工程については説明を省略し、図10(a)～(c)においては図9(g)～(i)と同じものは同記号で表示した。

以上により、図10(c)に示すように、半導体装置としてFLASH EPROMを製造した。

#### 【0108】

このFLASH EPROMにおいては、コントロールゲート電極31a及びゲート電極28b上に、高融点金属膜（第4導電体膜）42a及び42bを有するので、電気抵抗値を一層低減することができる。

なお、ここでは、高融点金属膜（第4導電体膜）として高融点金属膜（第4導電体膜）42a及び42bを用いているが、チタンシリサイド（TiSi）膜等の高融点金属シリサイド膜を用いてもよい。

#### 【0109】

図11(a)～(c)に示すFLASH EPROMの製造例は、上記実施例において、前記周辺回路部（第2素子領域）（図11(a)における右図）の第2ゲート部33cも、前記メモリセル部（第1素子領域）（図11(a)における左図及び中央図）の第1ゲート部33aと同様に、第1ポリシリコン膜28b（第1導電体膜）／SiO<sub>2</sub>膜30d（キャパシタ絶縁膜）／第2ポリシリコン膜31b（第2導電体膜）という構成にし、図11(b)又は(c)に示すように、第1ポリシリコン膜28b及び第2ポリシリコン膜31bをショートさせてゲート電極を形成している点で異なること以外は上記実施例と同様である。

#### 【0110】

ここでは、図11(b)に示すように、第1ポリシリコン膜28b（第1導電体膜）／SiO<sub>2</sub>膜30d（キャパシタ絶縁膜）／第2ポリシリコン膜31b（第2導電体膜）を貫通する開口部52aを、例えば図11(a)に示す第2ゲート部33cとは別の箇所、例えば絶縁膜54上に形成し、開口部52a内に第3導電体膜、例えばW膜又はTi膜等の高融点金属膜53aを埋め込むことにより

、第1ポリシリコン膜28b及び第2ポリシリコン膜31bをショートさせている。また、図11(c)に示すように、第1ポリシリコン膜28b(第1導電体膜)/SiO<sub>2</sub>膜30d(キャパシタ絶縁膜)を貫通する開口部52bを形成して開口部52bの底部に下層の第1ポリシリコン膜28bを表出させた後、開口部52b内に第3導電体膜、例えばW膜又はTi膜等の高融点金属膜53bを埋め込むことにより、第1ポリシリコン膜28b及び第2ポリシリコン膜31bをショートさせている。

#### 【0111】

このFLASH EEPROMにおいては、前記周辺回路部の第2ゲート部33cは、前記メモリセル部の第1ゲート部33aと同構造であるので、前記メモリセル部を形成する際に同時に前記周辺回路部を形成することができ、製造工程を簡単にすることができ効率的である。

なお、ここでは、第3導電体膜53a又は53bと、高融点金属膜(第4導電体膜)42とをそれぞれ別々に形成しているが、共通の高融点金属膜として同時に形成してもよい。

#### 【0112】

(実施例4)

##### －磁気ヘッドの製造－

実施例4は、本発明のレジストパターン厚肉化材料を用いた本発明のレジストパターンの応用例としての磁気ヘッドの製造に関する。なお、この実施例4では、以下のレジストパターン102及び126が、本発明のレジストパターン厚肉化材料を用いて実施例1におけるのと同様の方法により厚肉化されたものである。

#### 【0113】

図12(A)～(D)は、磁気ヘッドの製造を説明するための工程図である。

まず、図12(A)に示すように、層間絶縁層100上に、厚みが6μmとなるようにレジスト膜を形成し、露光、現像を行って、渦巻状の薄膜磁気コイル形成用の開口パターンを有するレジストパターン102を形成した。

次に、図12(B)に示すように、層間絶縁層100上における、レジストバ

ターン102上及びレジストパターン102が形成されていない部位、即ち開口部104の露出面上に、厚みが0.01μmであるTi密着膜と厚みが0.05μmであるCu密着膜とが積層されてなるメッキ下地層106を蒸着法により形成した。

次に、図12(C)に示すように、層間絶縁層100上における、レジストパターン102が形成されていない部位、即ち開口部104の露出面上に形成されたメッキ下地層106の表面に、厚みが3μmであるCuメッキ膜からなる薄膜導体108を形成した。

次に、図12(D)に示すように、レジストパターン102を溶解除去し層間絶縁層100上からリフトオフすると、薄膜導体108の渦巻状パターンによる薄膜磁気コイル110が形成される。

以上により磁気ヘッドを製造した。

#### 【0114】

ここで得られた磁気ヘッドは、本発明のレジストパターン厚肉化材料を用いて厚肉化されたレジストパターン102により渦巻状パターンが微細に形成されているので、薄膜磁気コイル110は微細かつ精細であり、しかも量産性に優れる。

#### 【0115】

図13～図18は、他の磁気ヘッドの製造を説明するための工程図である。

図13示すように、セラミック製の非磁性基板112上にスパッタリング法によりギャップ層114を被覆形成した。なお、非磁性基板112上には、図示していないが予め酸化ケイ素による絶縁体層及びNi-Feパーマロイからなる導電性下地層がスパッタリング法により被覆形成され、更にNi-Feパーマロイからなる下部磁性層が形成されている。そして、図示しない前記下部磁性層の磁性先端部となる部分を除くギャップ層114上の所定領域に熱硬化樹脂により樹脂絶縁膜116を形成した。次に、樹脂絶縁膜116上にレジスト材を塗布してレジスト膜118を形成した。

#### 【0116】

次に、図14に示すように、レジスト膜118に露光、現像を行い、渦巻状バ

ターンを形成した。そして、図15に示すように、この渦巻状パターンのレジスト膜118を数百°Cで一時間程度熱硬化処理を行い、突起状の第1渦巻状パターン120を形成した。更に、その表面にCuからなる導電性下地層122を被覆形成した。

#### 【0117】

次に、図16に示すように、導電性下地層122上にレジスト材をスピンドル法により塗布してレジスト膜124を形成した後、レジスト膜124を第1渦巻状パターン120上にパターニングしてレジストパターン126を形成した。

次に、図17に示すように、導電性下地層122の露出面上に、即ちレジストパターン126が形成されていない部位上に、Cu導体層128をメッキ法により形成した。その後、図18に示すように、レジストパターン126を溶解除去することにより、導電性下地層122上からリフトオフし、Cu導体層128による渦巻状の薄膜磁気コイル130を形成した。

以上により、図19の平面図に示すような、樹脂絶縁膜116上に磁性層132を有し、表面に薄膜磁気コイル130が設けられた磁気ヘッドを製造した。

#### 【0118】

ここで得られた磁気ヘッドは、本発明のレジストパターン厚肉化材料を用いて厚肉化されたレジストパターン126により渦巻状パターンが微細に形成されているので、薄膜磁気コイル130は微細かつ精細であり、しかも量産性に優れる。

#### 【0119】

ここで、本発明の好ましい態様を付記すると、以下の通りである。

(付記1) 樹脂と、架橋剤と、含窒素化合物とを含有することを特徴とするレジストパターン厚肉化材料。

(付記2) 含窒素化合物が塩基性化合物である付記1に記載のレジストパターン厚肉化材料。

(付記3) 含窒素化合物が、アミン、アミド、イミド、4級アンモニウム及びこれらの誘導体から選択される付記1又は2に記載のレジストパターン厚肉化材料。

(付記4) 水溶性乃至アルカリ可溶性である付記1から3のいずれかに記載のレジストパターン厚肉化材料。

(付記5) 界面活性剤を含有する付記1から4のいずれかに記載のレジストパターン厚肉化材料。

(付記6) 界面活性剤が非イオン性界面活性剤である付記5に記載のレジストパターン厚肉化材料。

(付記7) 非イオン性界面活性剤が、ポリオキシエチレン-ポリオキシプロピレン縮合物化合物、ポリオキシアルキレンアルキルエーテル化合物、ポリオキシエチレンアルキルエーテル化合物、ポリオキシエチレン誘導体化合物、ソルビタン脂肪酸エステル化合物、グリセリン脂肪酸エステル化合物、第1級アルコールエトキシレート化合物、フェノールエトキシレート化合物、アルコキシレート系界面活性剤、脂肪酸エステル系界面活性剤、アミド系界面活性剤、アルコール系界面活性剤、及びエチレンジアミン系界面活性剤から選択される少なくとも1種である付記6に記載のレジストパターン厚肉化材料。

(付記8) 樹脂が、ポリビニルアルコール、ポリビニルアセタール及びポリビニルアセテートから選択される少なくとも1種である付記1から7のいずれかに記載のレジストパターン厚肉化材料。

(付記9) 架橋剤が、メラミン誘導体、ユリア誘導体及びウリル誘導体から選択される少なくとも1種である付記1から8のいずれかに記載のレジストパターン厚肉化材料。

(付記10) 水溶性芳香族化合物を含有する付記1から9のいずれかに記載のレジストパターン厚肉化材料。

(付記11) 水溶性芳香族化合物が、ポリフェノール化合物、芳香族カルボン酸化合物、ナフタレン多価アルコール化合物、ベンゾフェノン化合物、フラボノイド化合物、これらの誘導体及びこれらの配糖体から選択される少なくとも1種である付記10に記載のレジストパターン厚肉化材料。

(付記12) 芳香族化合物を一部に有してなる樹脂を含有する付記1から11のいずれかに記載のレジストパターン厚肉化材料。

(付記13) 芳香族化合物を一部に有してなる樹脂が、ポリビニルアリールア

セタール樹脂、ポリビニルアリールエーテル樹脂、及びポリビニルアリールエスチル樹脂から選択される少なくとも1種である付記12に記載のレジストパターン厚肉化材料。

(付記14) 有機溶剤を含む付記1から13のいずれかに記載のレジストパターン厚肉化材料。

(付記15) 有機溶剤が、アルコール系溶剤、鎖状エステル系溶剤、環状エスチル系溶剤、ケトン系溶剤、鎖状エーテル系溶剤、及び環状エーテル系溶剤から選択される少なくとも1種である付記14に記載のレジストパターン厚肉化材料。

(付記16) レジストパターンを形成後、該レジストパターンの表面を覆うように付記1から15のいずれかに記載のレジストパターン厚肉化材料を塗布することを特徴とするレジストパターン。

(付記17) レジストパターンを形成後、該レジストパターンの表面を覆うように付記1から15のいずれかに記載のレジストパターン厚肉化材料を塗布することを特徴とするレジストパターンの製造方法。

(付記18) レジストパターンの材料が、ノボラック系レジスト、PHS系レジスト、アクリル系レジスト、シクロオレフィン-マレイン酸無水物系レジスト、シクロオレフィン系レジスト、及びシクロオレフィン-アクリルハイブリッド系レジストから選択される少なくとも1種である付記17に記載のレジストパターンの製造方法。

(付記19) レジストパターン厚肉化材料の塗布後、該レジストパターン厚肉化材料の現像処理を行う付記17又は18に記載のレジストパターンの製造方法。

(付記20) 付記1から15のいずれかに記載のレジストパターン厚肉化材料を用いて厚肉化したレジストパターンを用いて形成したパターンを有してなることを特徴とする半導体装置。

(付記21) 下地層上にレジストパターンを形成後、該レジストパターンの表面を覆うように付記1から15のいずれかに記載のレジストパターン厚肉化材料を塗布することにより該レジストパターンを厚肉化した厚肉化レジストパターン

を形成する厚肉化レジストパターン形成工程と、該厚肉化レジストパターンを用いてエッチングにより前記下地層をパターニングするパターニング工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

### 【0120】

#### 【発明の効果】

本発明によると、前記要望に応え、従来における前記諸問題を解決することができる。

また、本発明によると、レジストパターンのパターニング時に既存の露光装置におけるArFエキシマレーザー光等の光源をそのまま使用可能であり量産性に優れ、レジストパターンの材料や大きさに対する依存性がなく、レジスト抜けパターンを前記光源の露光限界を超えて微細にかつ均一に、表面のラフネスを低減した状態で、安定に製造可能なレジストパターンの製造方法を提供することができる。

また、本発明によると、レジストパターンの材料や大きさに対する依存性がなく、レジストパターンに塗付すると該レジストパターンを効率良くかつ均一に、表面のラフネスを低減した状態で、安定に厚肉化することができ、既存の露光装置の光源における露光限界を超えて微細なレジスト抜けパターンを製造するのに好適なレジストパターン厚肉化材料を提供することができる。

また、本発明によると、微細にかつ均一に形成したレジスト抜けパターンをマスクパターンとして用いることにより、酸化膜等の下地層に微細パターンを形成することができ、微細な配線等を有する高性能な半導体装置を効率的に量産可能な半導体装置の製造方法を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

図1は、本発明のレジストパターン厚肉化材料を用いたレジストパターン（内層レンジストパターン）の厚肉化のメカニズムを説明するための概略図である。

##### 【図2】

図2は、本発明のレジストパターンの製造方法の一例を説明するための概略図である。

**【図3】**

図3は、本発明の半導体装置の製造方法により、多層配線構造を備えた半導体装置を製造するプロセスの一例を説明するための概略図である（その1）。

**【図4】**

図4は、本発明の半導体装置の製造方法により、多層配線構造を備えた半導体装置を製造するプロセスの一例を説明するための概略図である（その2）。

**【図5】**

図5は、本発明の半導体装置の製造方法により、多層配線構造を備えた半導体装置を製造するプロセスの一例を説明するための概略図である（その3）。

**【図6】**

図6は、本発明の半導体装置の一例であるFLASH E PROMを説明するための上面図である。

**【図7】**

図7は、本発明の半導体装置の製造方法に関する一例であるFLASH EP ROMの製造方法を説明するための断面概略図（その1）である。

**【図8】**

図8は、本発明の半導体装置の製造方法に関する一例であるFLASH EP ROMの製造方法を説明するための断面概略図（その2）である。

**【図9】**

図9は、本発明の半導体装置の製造方法に関する一例であるFLASH EP ROMの製造方法を説明するための断面概略図（その3）である。

**【図10】**

図10は、本発明の半導体装置の製造方法に関する他の一例であるFLASH E PROMの製造方法を説明するための断面概略図である。

**【図11】**

図11は、本発明の半導体装置の製造方法に関する他の一例であるFLASH E PROMの製造方法を説明するための断面概略図である。

**【図12】**

図12は、本発明のレジストパターン厚肉化材料を用いて厚肉化したレジスト

パターンを磁気ヘッドの製造に応用した一例を説明するための断面概略図である。

【図13】

図13は、本発明のレジストパターン厚肉化材料を用いて厚肉化したレジストパターンを磁気ヘッドの製造に応用した他の例の工程（その1）を説明するための断面概略図である。

【図14】

図14は、本発明のレジストパターン厚肉化材料を用いて厚肉化したレジストパターンを磁気ヘッドの製造に応用した他の例の工程（その2）を説明するための断面概略図である。

【図15】

図15は、本発明のレジストパターン厚肉化材料を用いて厚肉化したレジストパターンを磁気ヘッドの製造に応用した他の例の工程（その3）を説明するための断面概略図である。

【図16】

図16は、本発明のレジストパターン厚肉化材料を用いて厚肉化したレジストパターンを磁気ヘッドの製造に応用した他の例の工程（その4）を説明するための断面概略図である。

【図17】

図17は、本発明のレジストパターン厚肉化材料を用いて厚肉化したレジストパターンを磁気ヘッドの製造に応用した他の例の工程（その5）を説明するための断面概略図である。

【図18】

図18は、本発明のレジストパターン厚肉化材料を用いて厚肉化したレジストパターンを磁気ヘッドの製造に応用した他の例の工程（その6）を説明するための断面概略図である。

【図19】

図19は、図13～図18の工程で製造された磁気ヘッドの一例を示す平面図である。

## 【符号の説明】

- 1 レジストパターン厚肉化材料
- 3 レジストパターン
- 3 a レジスト材
- 5 下地層（基材）
- 10 厚肉化レジストパターン
- 10 a 表層
- 10 b 内層レジストパターン
- 11 シリコン基板
- 12 層間絶縁膜
- 13 チタン膜
- 14 レジストパターン
- 15 a 開口部
- 15 b 開口部
- 16 TiN膜
- 17 Cu膜
- 17 a 第一層の配線
- 18 層間絶縁膜
- 19 Cuプラグ
- 20 第二層の配線
- 21 第三層の配線
- 22 Si基板（半導体基板）
- 23 フィールド酸化膜
- 24 a 第1ゲート絶縁膜
- 24 b 第2ゲート絶縁膜
- 25 a 第1閾値制御層
- 25 b 第2閾値制御層
- 26 レジスト膜
- 27 レジスト膜

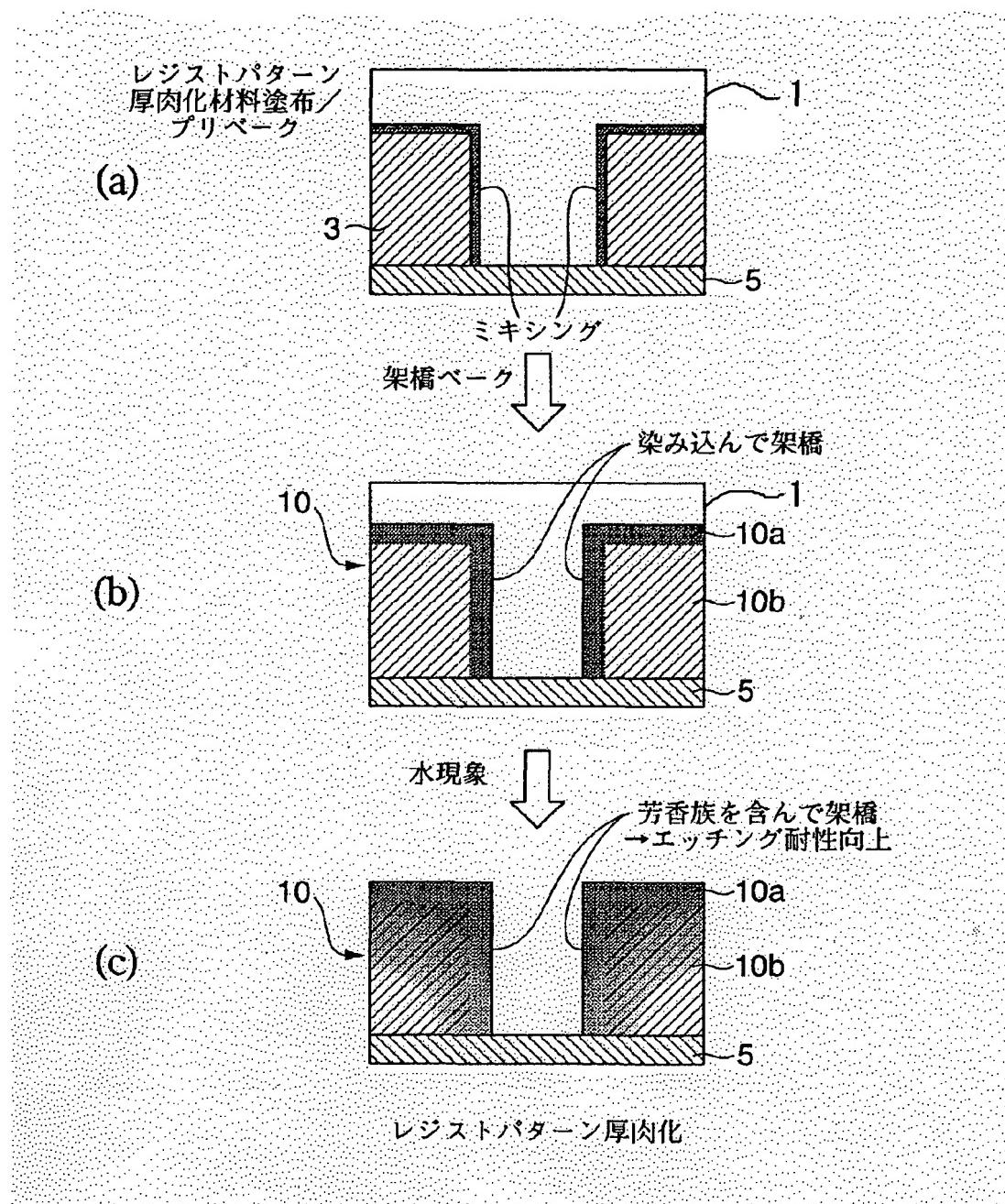
- 28 第1ポリシリコン層（第1導電体膜）
- 28 a フローティングゲート電極
- 28 b ゲート電極（第1ポリシリコン膜）
- 28 c フローティングゲート電極
- 29 レジスト膜
- 30 a キャパシタ絶縁膜
- 30 b キャパシタ絶縁膜
- 30 c キャパシタ絶縁膜
- 30 d SiO<sub>2</sub>膜
- 31 第2ポリシリコン層（第2導電体膜）
- 31 a コントロールゲート電極
- 31 b 第2ポリシリコン膜
- 32 レジスト膜
- 33 a 第1ゲート部
- 33 b 第2ゲート部
- 33 c 第2ゲート部
- 34 レジスト膜
- 35 a S/D（ソース・ドレイン）領域層
- 35 b S/D（ソース・ドレイン）領域層
- 36 a S/D（ソース・ドレイン）領域層
- 36 a S/D（ソース・ドレイン）領域層
- 37 層間絶縁膜
- 38 a コンタクトホール
- 38 b コンタクトホール
- 39 a コンタクトホール
- 39 b コンタクトホール
- 40 a S/D（ソース・ドレイン）電極
- 40 b S/D（ソース・ドレイン）電極
- 41 a S/D（ソース・ドレイン）電極

- 4 1 b S／D (ソース・ドレイン) 電極
- 4 2 高融点金属膜 (第4導電体膜)
- 4 2 a 高融点金属膜 (第4導電体膜)
- 4 2 b 高融点金属膜 (第4導電体膜)
- 4 4 a 第1ゲート部
- 4 4 b 第2ゲート部
- 4 5 a S／D (ソース・ドレイン) 領域層
- 4 5 b S／D (ソース・ドレイン) 領域層
- 4 6 a S／D (ソース・ドレイン) 領域層
- 4 6 b S／D (ソース・ドレイン) 領域層
- 4 7 層間絶縁膜
- 4 8 a コンタクトホール
- 4 8 b コンタクトホール
- 4 9 a コンタクトホール
- 4 9 b コンタクトホール
- 5 0 a S／D (ソース・ドレイン) 電極
- 5 0 b S／D (ソース・ドレイン) 電極
- 5 1 a S／D (ソース・ドレイン) 電極
- 5 1 b S／D (ソース・ドレイン) 電極
- 5 2 a 開口部
- 5 2 b 開口部
- 5 3 a 高融点金属膜 (第3導電体膜)
- 5 3 b 高融点金属膜 (第3導電体膜)
- 5 4 絶縁膜
- 1 0 0 層間絶縁層
- 1 0 2 レジストパターン
- 1 0 4 開口部
- 1 0 6 メッキ下地層
- 1 0 8 薄膜導体 (Cuメッキ膜)

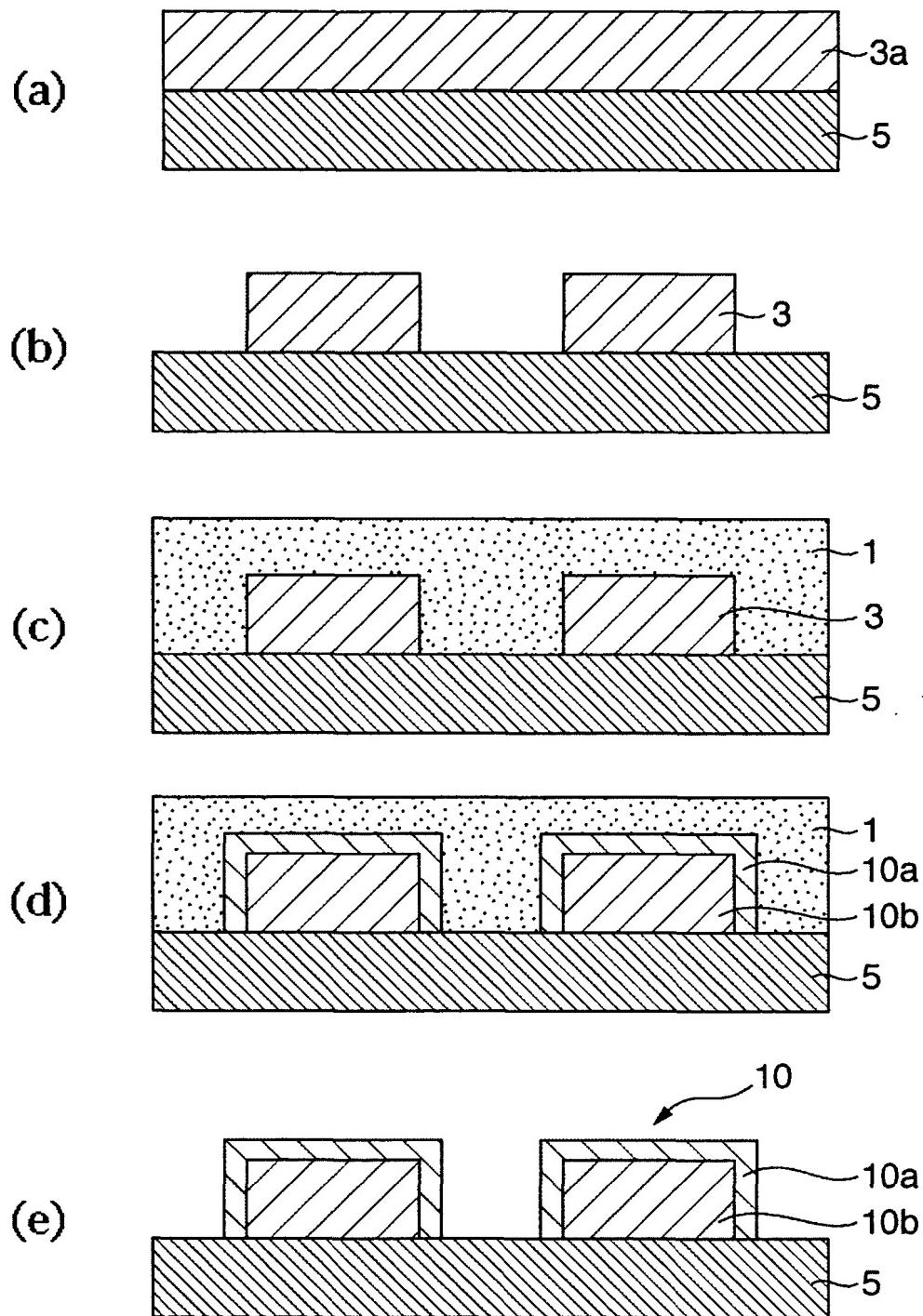
- 110 薄膜磁気コイル
- 112 非磁性基板
- 114 ギャップ層
- 116 樹脂絶縁層
- 118 レジスト膜
- 118a レジストパターン
- 120 第1渦巻状パターン
- 122 導電性下地層
- 124 レジスト膜
- 126 レジストパターン
- 128 Cu導体膜
- 130 薄膜磁気コイル
- 132 磁性層

【書類名】 図面

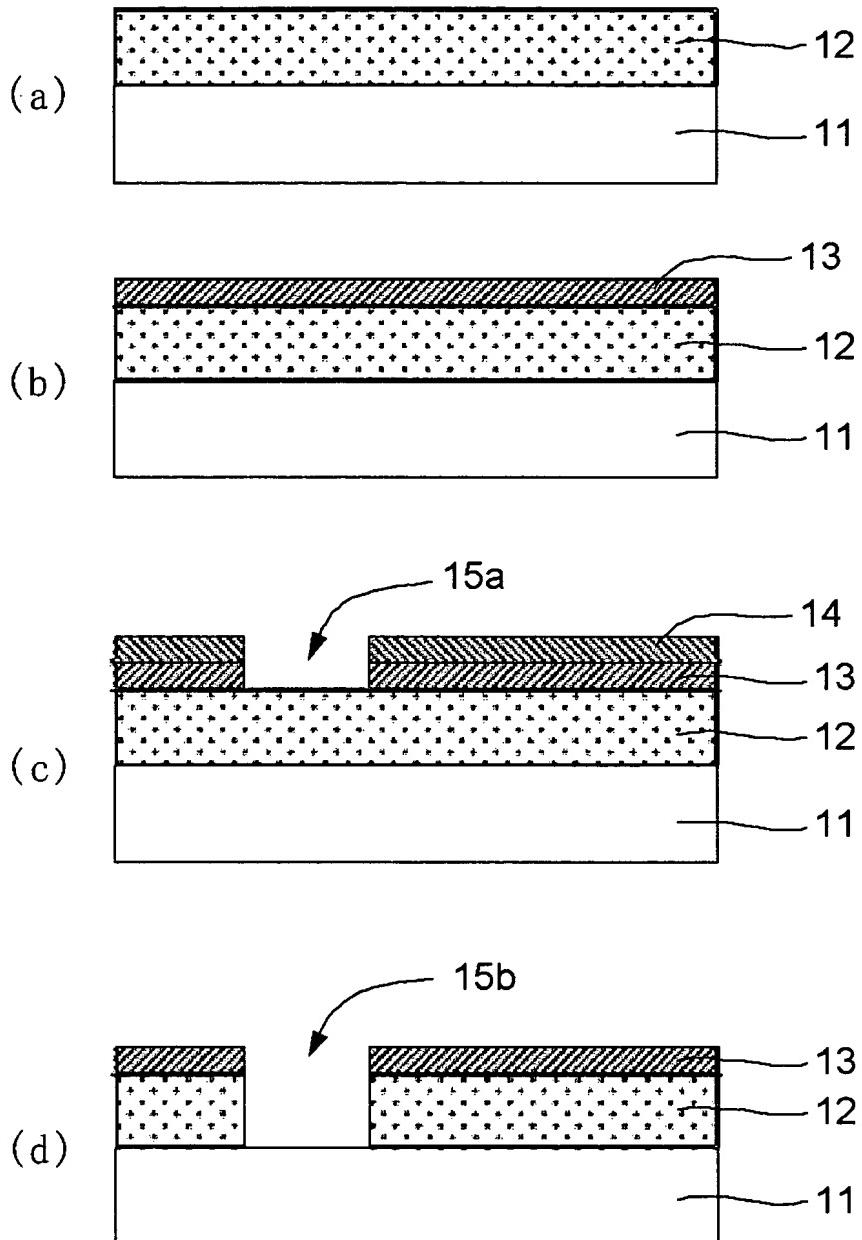
【図1】



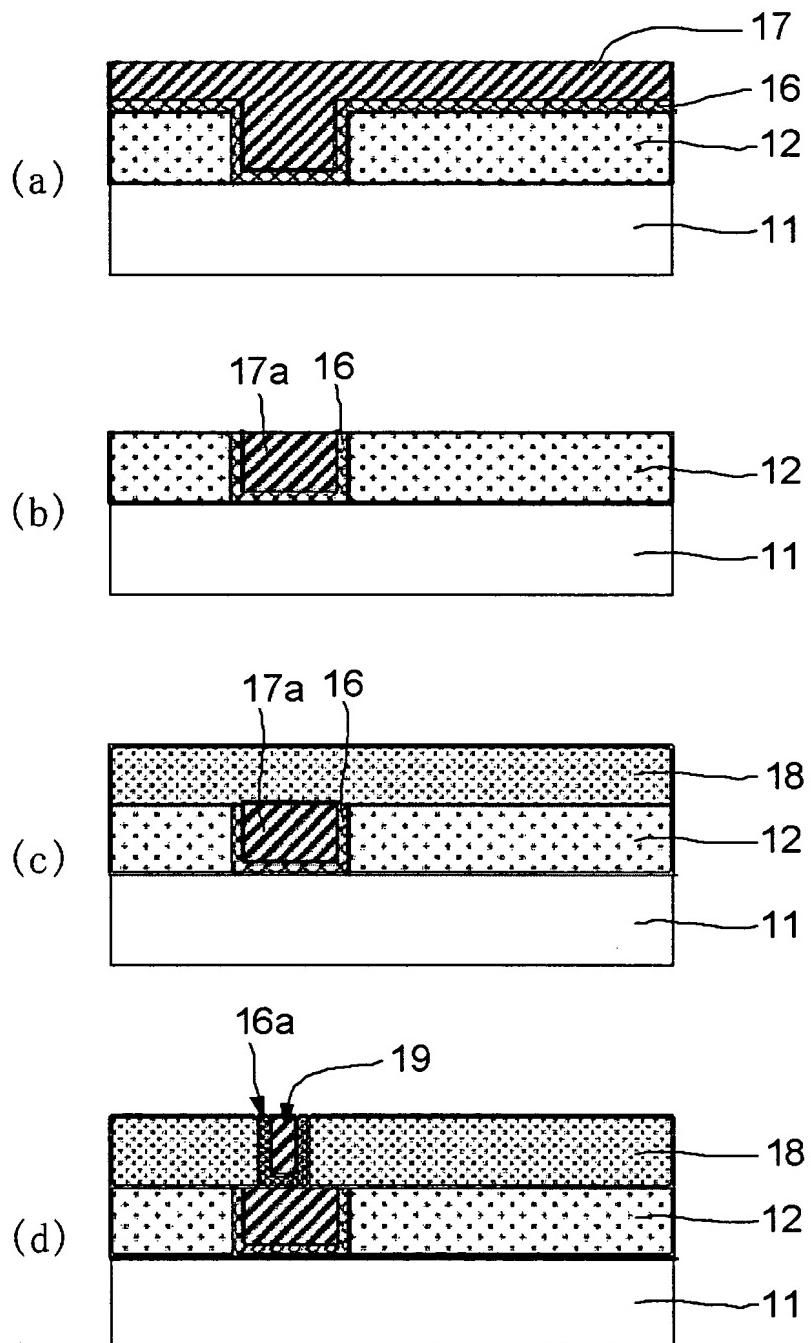
【図2】



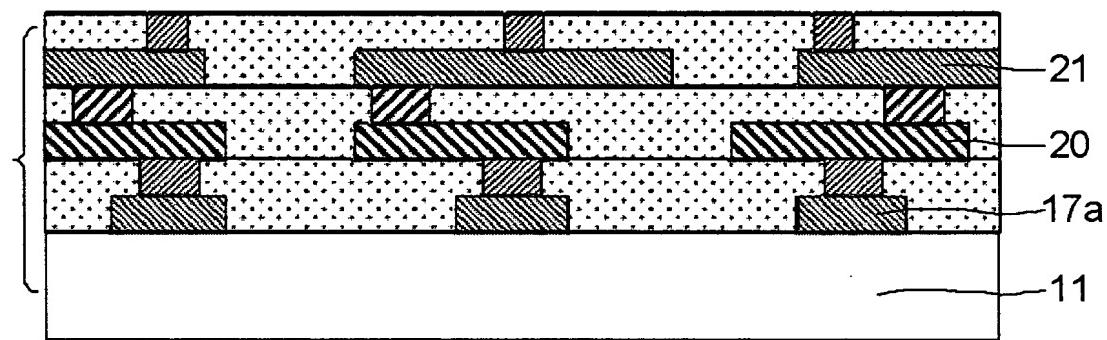
【図3】



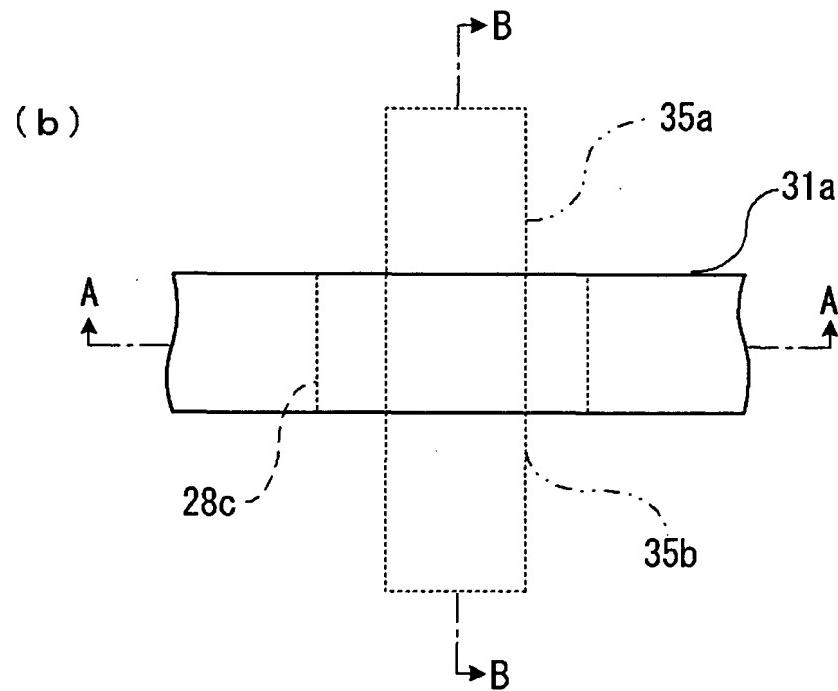
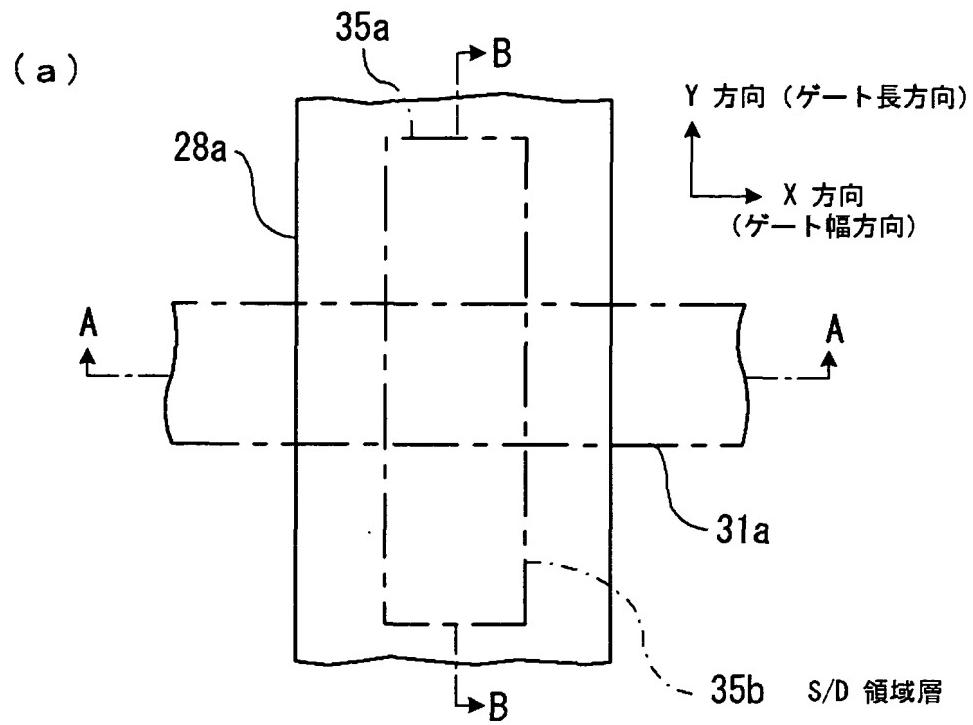
【図4】



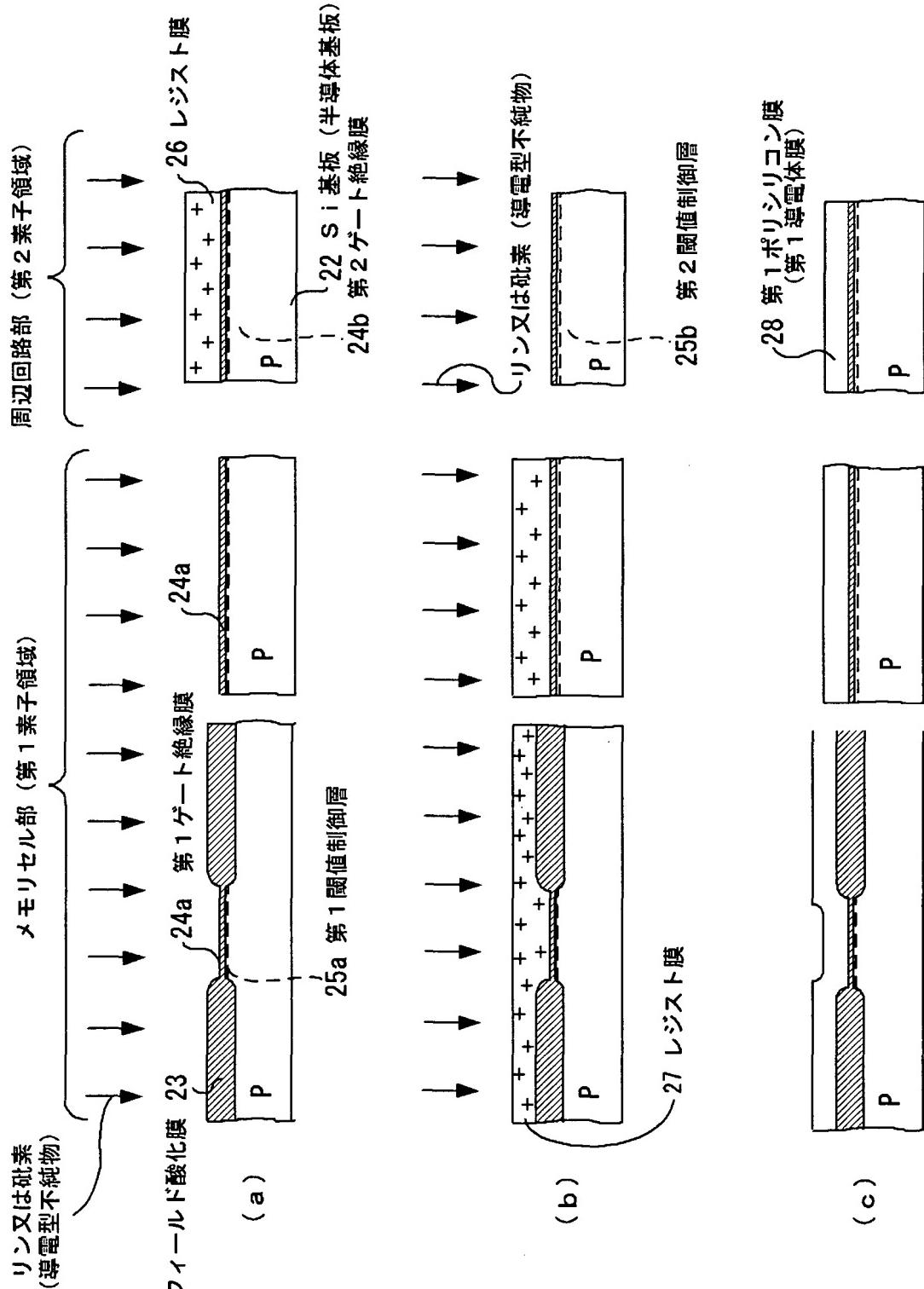
【図5】



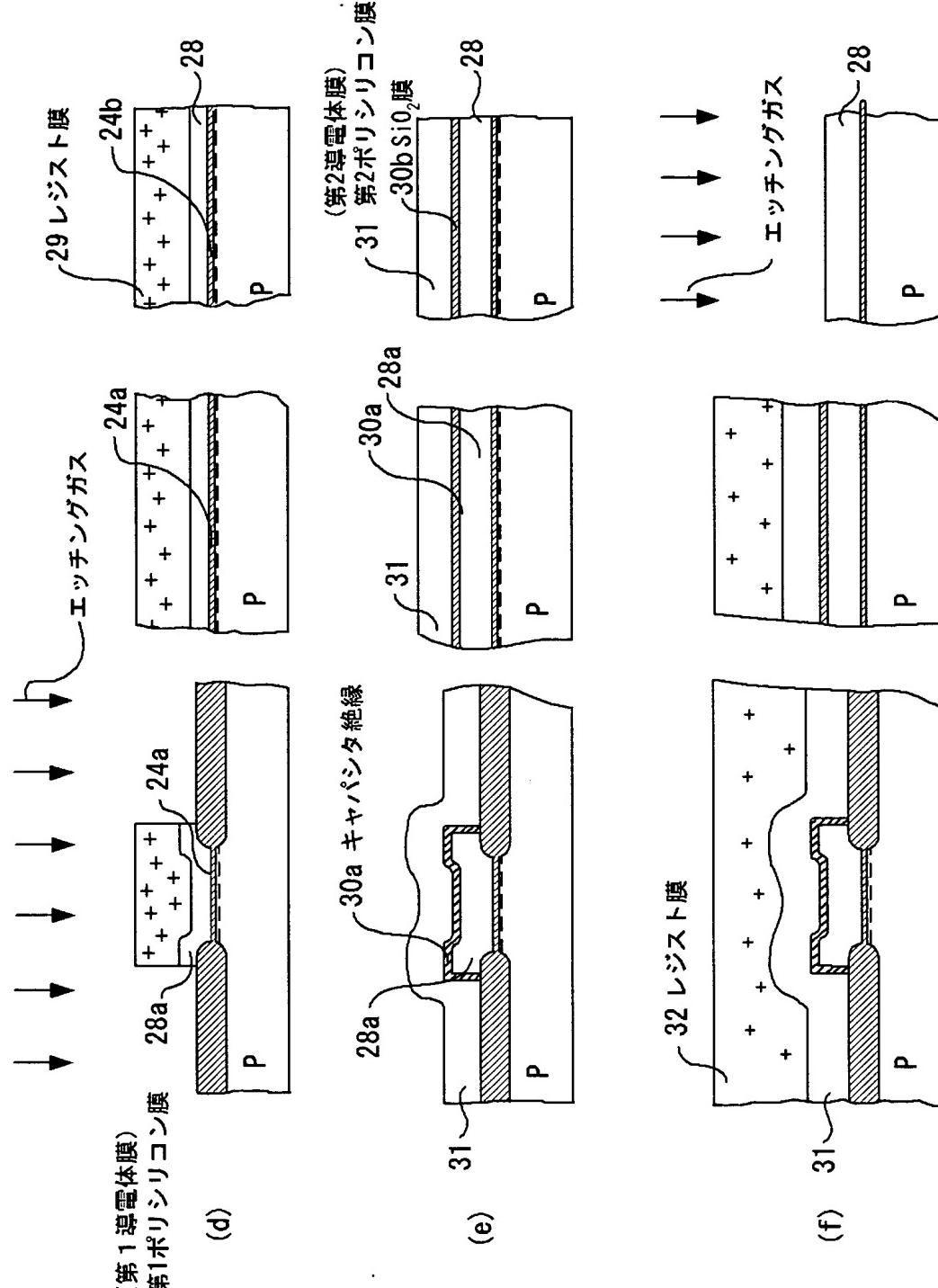
【図6】



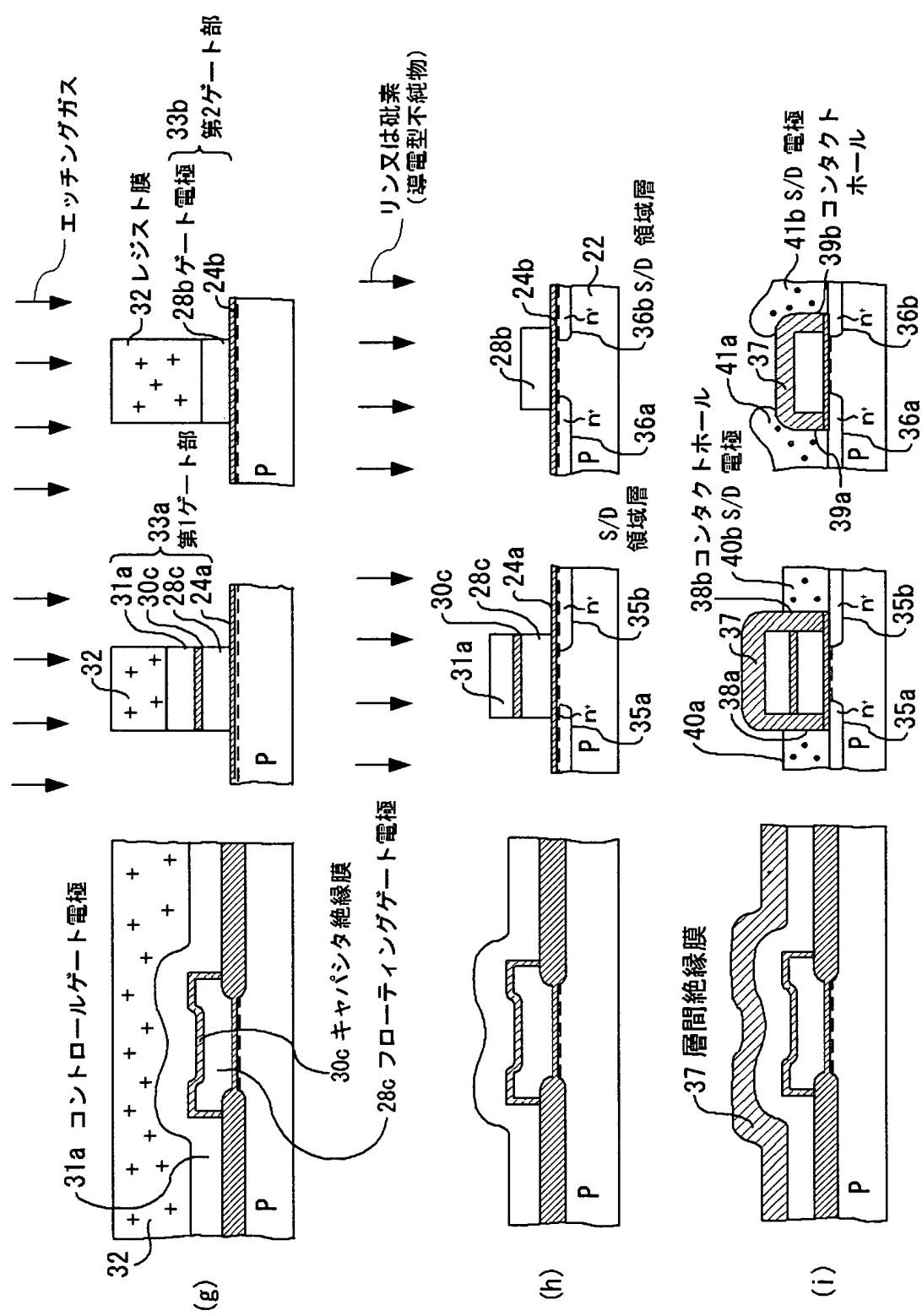
【図7】



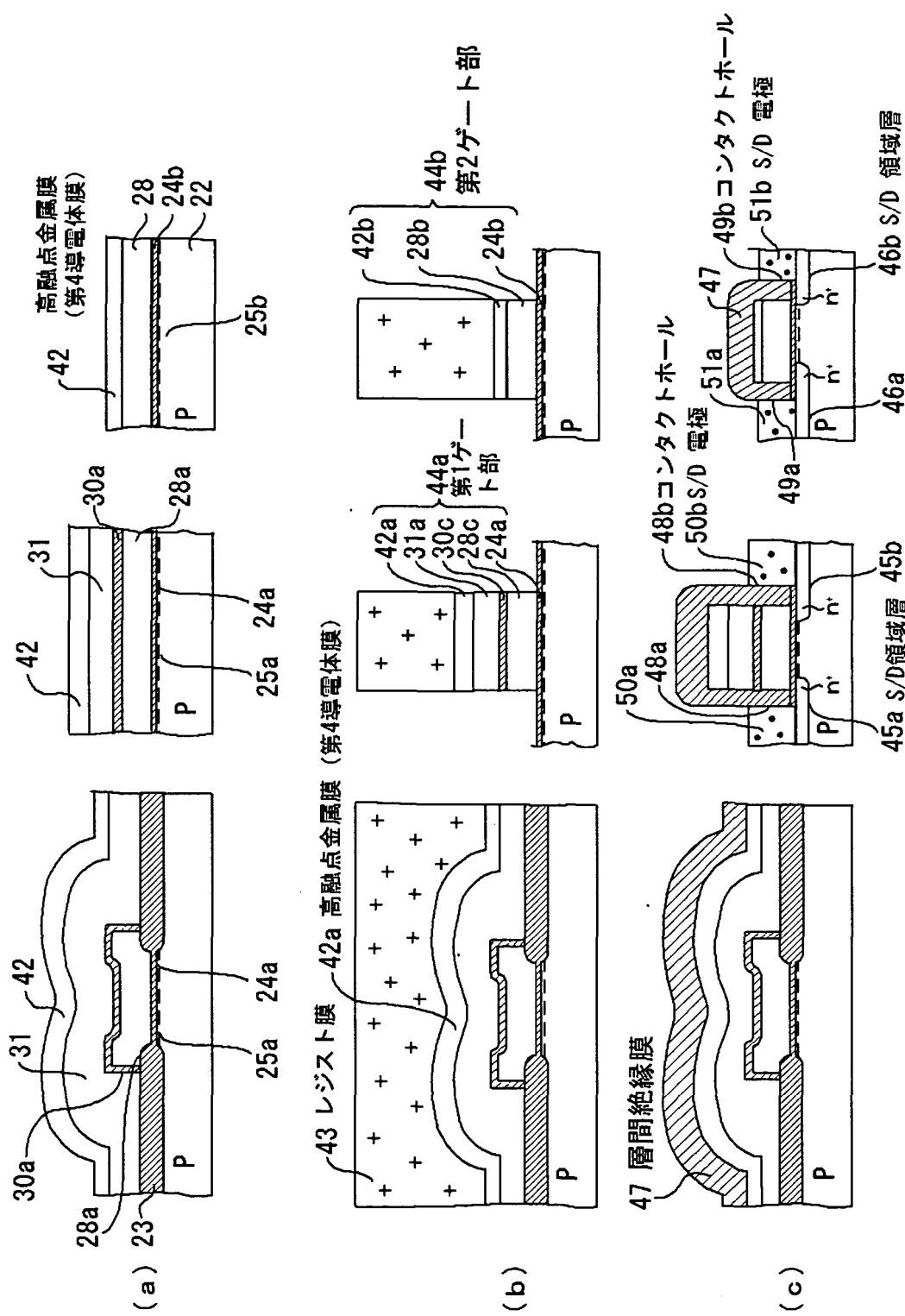
【図8】



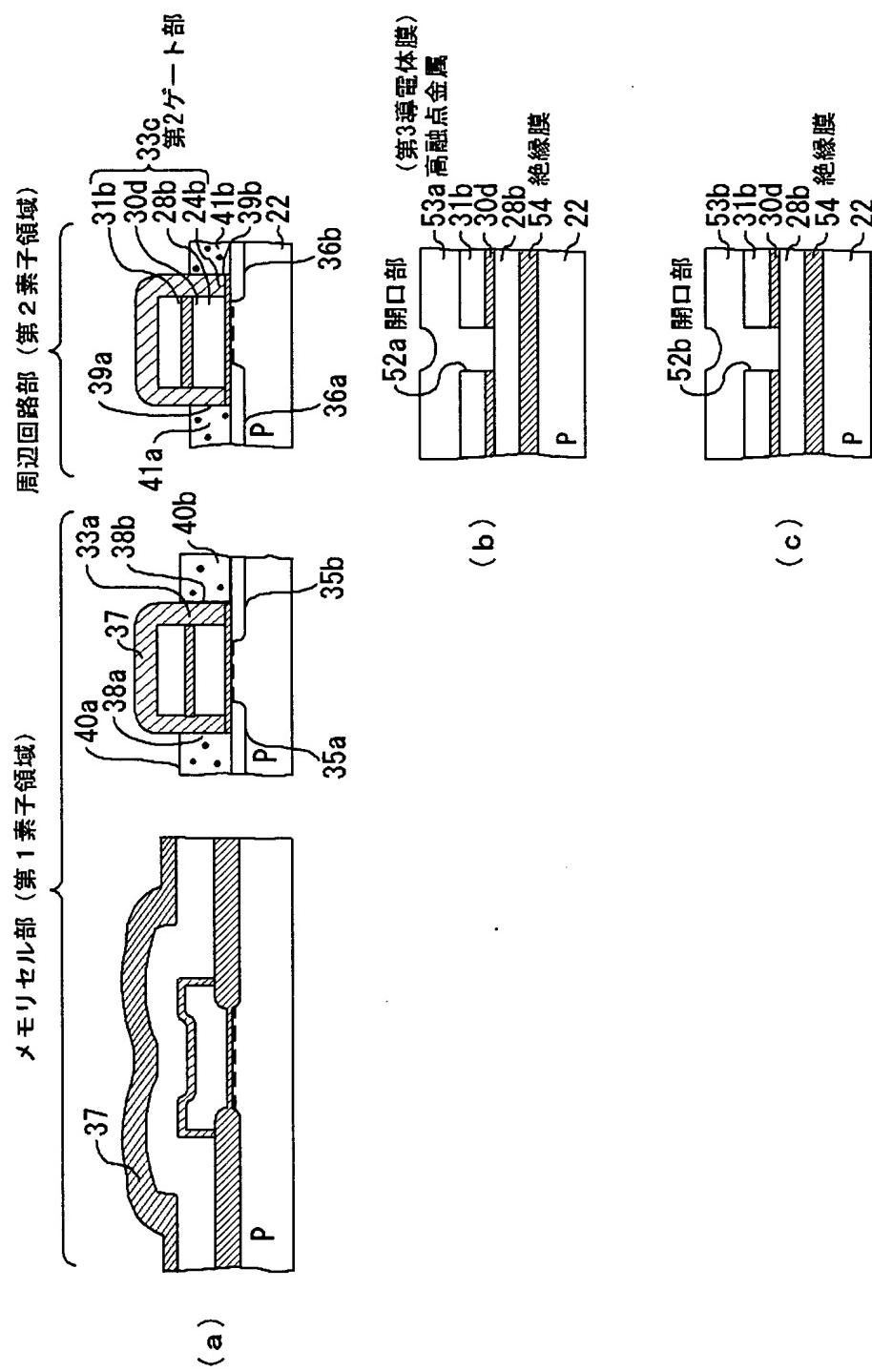
【図9】



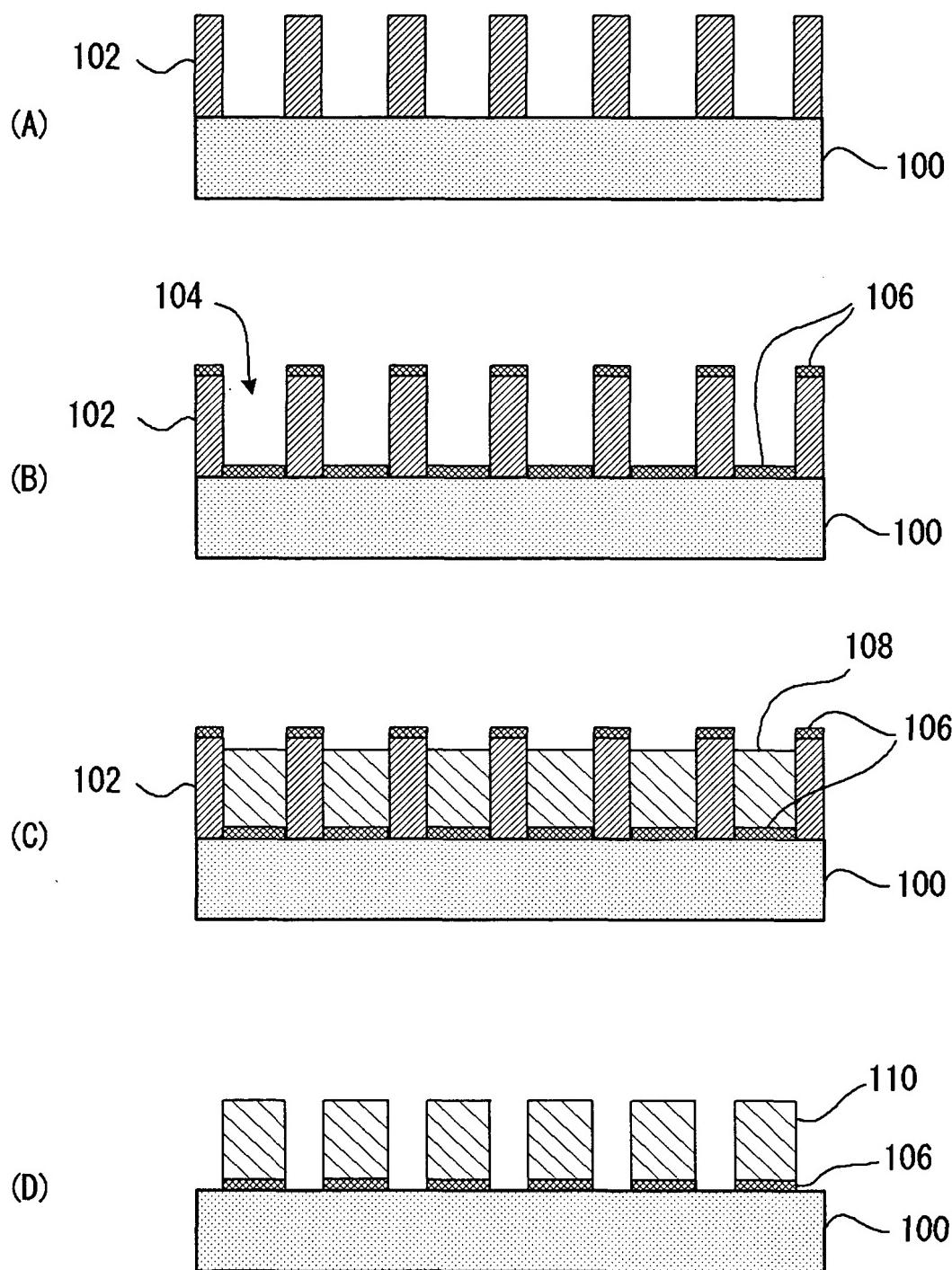
【図10】



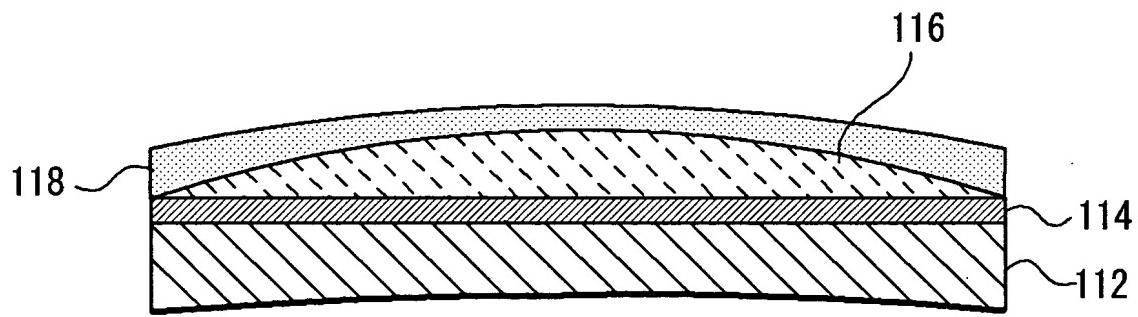
【図11】



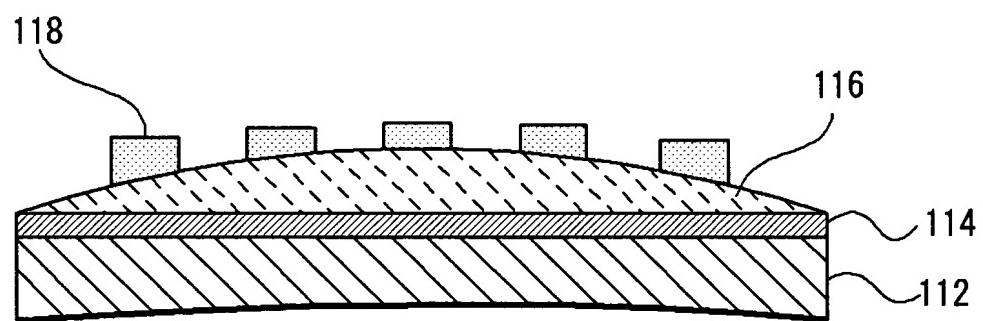
【図12】



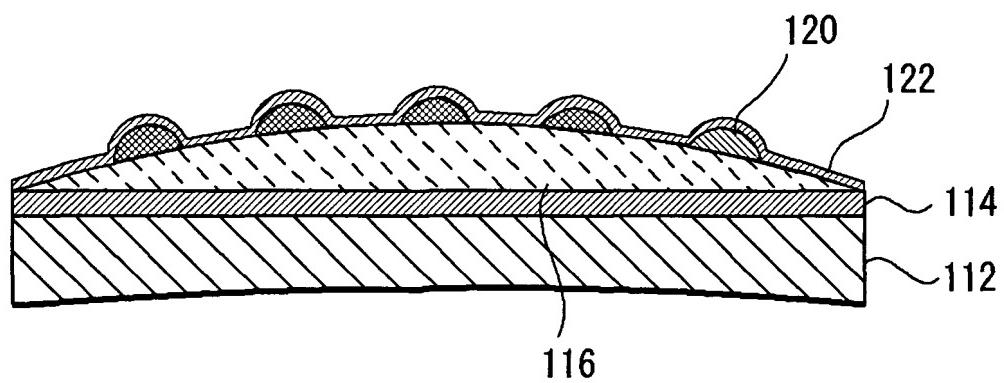
【図13】



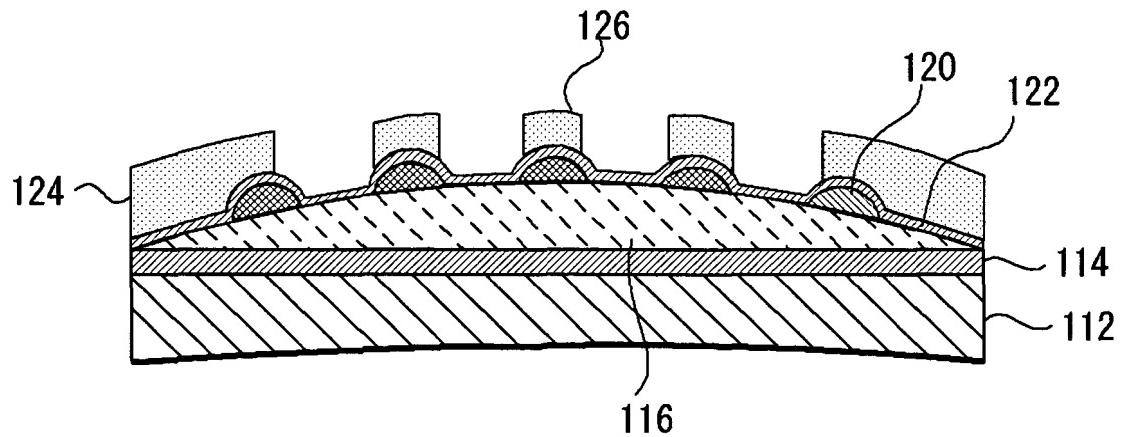
【図14】



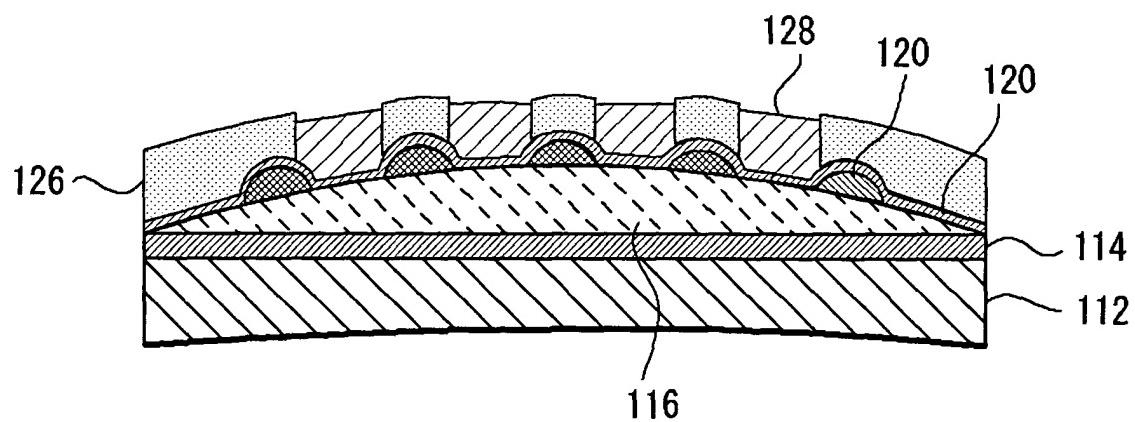
【図15】



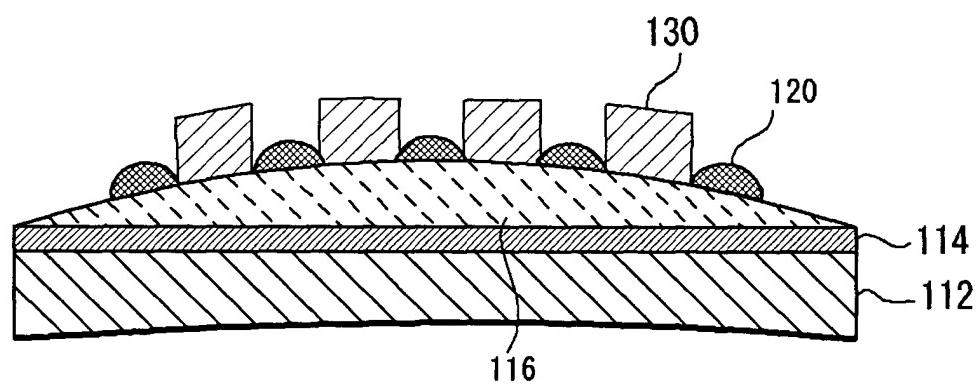
【図16】



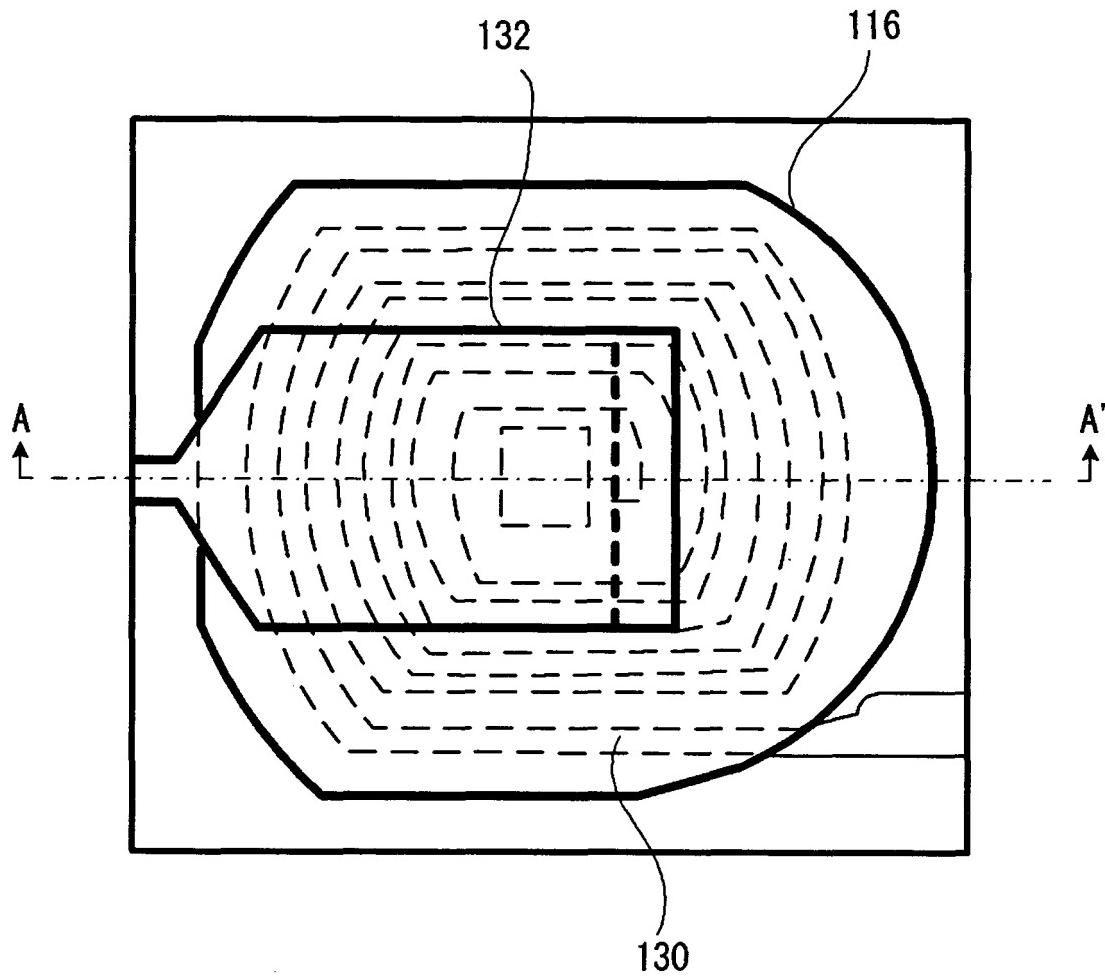
【図17】



【図18】



【図19】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 レジストパターンの材料や大きさに対する依存性がなく、レジストパターンを均一にしかも安定に、表面のラフネスを低減した状態で厚肉化し、パターニング時に用いる露光装置における光源の露光限界を超えて微細なレジスト抜けパターンを形成可能なレジストパターン厚肉化材料等の提供。

【解決手段】 樹脂と、架橋剤と、含窒素化合物とを含有するレジストパターン厚肉化材料。レジストパターンを形成後、該レジストパターン表面に前記レジストパターン厚肉化材料を塗布することにより厚肉化レジストパターンを形成するレジストパターンの製造方法。下地層上にレジストパターンを形成後、該レジストパターン表面に前記厚肉化材料を塗布し該レジストパターンを厚肉化し厚肉化レジストパターンを製造する工程と、該厚肉化レジストパターンを用いてエッチングすることにより下地層をパターニングする工程とを含む半導体装置の製造方法。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号  
氏 名 富士通株式会社